Math
386
— 2 —

Ex Bibliotheca
Collegii Evangelici,
Aug. Vindel.

L. M. Steinberger Sculps. A.V.

Anfangsgründe
der
angewandten
Mathematik

BIBLIOTHEK DES COLLEGII MAX. ZU AUGSBURG

abgefaßt
von

Abraham Gotthelf Käſtner
Der Math. und Naturl. Prof. der Kön. Geſ. der Wiſſenſch. zu Göttingen; der Kön. Schwed. und Preuſſ. Akad. der Wiſſ. der Erfurtiſchen Churfürſtl. Geſ. nützl. Wiſſ. des Bononiſchen Inſtituts, der Peruſiniſchen Academiae Auguſtae, Mitgl. der Kön. deutſchen Geſ. zu Göttingen Aelteſten, der Leipziger deutſchen Geſellſchaft, und Geſ. der freyen Künſte, der Jenaiſchen latein. u. teutſchen Geſ. Mitgliede.

Der mathematiſchen Anfangsgründe
zweyter Theil.
Zweyte verbeſſerte Auflage.

Göttingen
In Verlag der Wittwe Vandenhoek
1765.

Dem

Hochgebohrnen Freyherrn,

Herrn

August Wilhelm von Schwicheldt

Herrn zu Flachsstöckheim,
klein Ilsede ꝛc.

Königlich = Großbritannischen
und Churbraunschweig = Lüneburgischen

Hochbetrauten

würklichen Geheimen Rathe

Meinem gnädigsten Herrn.

Hochgebohrner Freyherr
Gnädigster Herr

Die vielen Proben gnädiger Gesinnungen Ew. Hochfreyherrl. Excellenz, welche mit tiefster Erkenntlichkeit verehre, haben mich schon längst zu dem Wunsche veranlaßt, ein öffentliches und unterthänigstes Merkmahl der Empfindungen, die dadurch in mir erregt worden, zu geben. Wenn ich solches einigermassen durch Ueberreichung gegenwärtigen Buches zu bewerkstelligen suche, so hoffe ich eine gnädige Aufnahme, von Ew. Excellenz auf Kenntniß gegründeten Neigungen für die Gelehrsamkeit, wovon die Verbindung, in

welcher Ew. Excellenz mit der hiesigen Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu stehen sich gefallen lassen, ein vorzügliches Beyspiel ist. Meine eifrigsten Wünsche gehen dahin, daß die Vorsicht Ew. Hochfreyherrl. Excellenz nebst Dero hohen Familie in beständigem Wohlseyn erhalten wolle, der ich mit tiefster Devotion verharre

Hochgebohrner Freyherr
Gnädigster Herr

Ew. Hochfreyherrl. Excellenz

Göttingen
den 25ten April
1759.

unterthänigstgehorsamster
Abraham Gotthelf Kästner.

Vorrede.

Mehr als zwölf Wissenschaften, deren jede ihre eigenen Grundsätze hat, und jemanden, der sie, besonders bis zu einer vollständigen Ausübung treiben will, einen beträchtlichen Theil seines Lebens beschäfftigen kann, werden unter dem kurzen Nahmen der angewandten Mathematik begriffen. Wer sie, als den zweyten Theil der Mathematik, in einem halben Jahre zu lernen verlangt, der wird sich bescheiden, daß die Foderung noch ein wenig stärker ist, als wenn er die Institutionen, die Pandecten (den Coder und die Novellen mit gehörigen Ortes eingeschoben), die Geschichte der Staatsveränderungen, der Sitten und der Gesetze des alten Roms unter dem gemeinschaftlichen Nahmen des römischen Rechtes in einem halben Jahre zu lernen verlangte. Er wird sich also mit den vornehmsten und allgemeinsten Kenntnissen begnügen müssen; deren Anwendung auf einzelne Untersuchungen kaum angezeiget werden kann. Doch ist auch diese Anzeigung in Wissenschaften schon einigermassen zulänglich, wo man durch die Verbindung der Begriffe und Sätze, von dem Bekannten auf das Unbekannte kommen lernet; und das wird mich entschuldi-

gen, wenn ich hier die Lehren so vieler Wissenschaften auf so wenig Bogen liefere. Ich glaube von jeder die ersten Gründe dergestalt erklärt zu haben, daß man die Richtigkeit derselben einsieht, und in den Stand gesetzt wird vollständigere Ausführungen zu gebrauchen, von denen ich dieserwegen auch meistens Nachricht gegeben habe; Meine Bemühung ist dahin gegangen, die Wahrheiten in einer solchen Verbindung abzuhandeln, daß man soviel davon lernen könnte, als sich nur durch einen halbjährigen Fleiß lernen lassen.

Fast jeder Theil der angewandten Mathematik hat in den neuen Zeiten soviel Vermehrungen erhalten, daß blos deßwegen von Zeit zu Zeit neue Anfangsgründe erfodert werden. Je grössern Wachsthum die Wissenschaften bekommen, desto nothwendiger wird ihnen ein Vortrag, der immer mehr Lehren in einen engern Raum zusammen bringt.

Ich habe nicht für dienlich befunden, dieses Werk mit soviel Rissen auszuzieren, als man bey andern mathematischen Handbüchern antrifft. Diesen Rath gab mir schon das Gesetz der Sparsamkeit, das die

meisten

meisten Studierenden bey ihrer Bücher-sammlung, theils genöthiget, theils freywil-lig, beobachten: Auch hatte ich längst an des Herrn v. Segner Einleitung in die Na-turlehre ein Beyspiel gesehen, wie man hier-innen von seinen Vorgängern abweichen dürfe, und ich glaubte wie dieser Gelehrte, die Schuldigkeit des Lehrers sey, Maschinen, Versuche u. d. g. wo es nothwendig ist, den Zuhörern wirklich zu zeigen, da sie sich denn leicht gefallen lassen werden, daß sie solche nicht auch abgemahlt sehen; Denn ein Compendium läßt nicht zu, daß diese Dinge nach den gehörigen Abmessungen und so vollständig als erfodert wird, vorgestellt wer-den; ihre unvollkommenen Abzeichnungen aber dienen zu nichts als daß die Lehrlinge ein mathematisches Bilderbuch in die Hän-de bekommen.

Ich will noch kürzlich anzeigen, worin-nen ich etwa bey dem Vortrage einzelner Wissenschaften, die Pflichten, die dem Ver-fertiger eines neuen Handbuches meinem Erachten nach obliegen, zu beobachten be-müht gewesen bin.

Ich habe die Lehre vom Hebel in der Statik überzeugend vorzutragen gesucht

(Mech. 39). Erst nach dem Abdrucke der ersten Bogen von gegenwärtiger Schrift, habe ich in des de la Hire Mechanik ähnliche Betrachtungen gefunden. Es war mir angenehm zu sehen, daß dieser grosse Mathematikverständige, von der Nothwendigkeit, die Eigenschaften des Hebels gründlicher darzuthun, eben so wie ich geurtheilet hatte. Aus diesen Eigenschaften habe ich das Gleichgewicht zusammengesetzter Kräfte (Mech. 62) hergeleitet, das überall so häufig gebraucht wird. Ein allgemeiner Ausdruck der Verhältniß zwischen Kraft und Last auf der schiefen Fläche (Mech. 99) ist eine leichte Anwendung desselben.

Von denenjenigen, welche die angewandte Mathematik zuerst lernen, darf man keine Fertigkeit in den Kunstgriffen der Analysis fodern: dagegen können sie auch nicht erwarten, daß man ihnen Erfindungen gründlich vortragen soll, die diese Kunstgriffe zum voraussetzen, oder wenigstens ohne dieselben mit grösserer Weitläuftigkeit müssen erkläret werden. Haben aber solche Erfindungen in die Bequemlichkeit des menschlichen Lebens einen beträchtlichen Einfluß, so wird eine historische Nachricht von ihnen den Nutzen der Analysis zeigen, wid vielleicht manchen

chen zu ihrer Erlernung aufmuntern, der sie sonst als unbrauchbar verachtet hätte. Dieses ist die Absicht verschiedener Anmerkungen, die ich sowohl in der Mechanik (49; 76; 124; 140; 145; 151; u. s. w.) als in andern Theilen der angewandten Mathematik beygebracht habe.

Die ersten Gründe der Hydrostatik (Hydr. 8; 17.) und der Aerometrie (Aer. 11; 13.) sind von mir auch einigermassen anders vorgetragen worden, als insgemein zu geschehen pflegt. Wenn man den Lehrern der Hydrostatik auch verstattet, ohne fernern Beweis einen Satz auf flüssige Wesen anzuwenden, der in der Statik nur von festen Körpern dargethan wird (Mech. 51.), so wenden sie doch diesen Satz meistens nicht glücklich an, darzuthun, daß Wasser in ungleichen Schenkeln einer Röhre gleich hoch stehen müsse. „Wenn der Schenkel „DEF (Hydrost. 2. F.) viermahl weiter ist „als der Schenkel GKH, sagen sie (*), so „müßte in der Zeit, da das Wasser, das sich „jetzo in DE befindet, um einen Zoll sinket, „dasjenige um vier Zoll steigen, das jetzo in „GH

(*) Wolf El. Hydrost. §. 34.

„GH ist. Aber in der weiten Röhre ist vier-
„mahl mehr als in der engern und also er-
„folgt nach dem vorhin angeführten Satze
„der Mechanik keine Bewegung.„ Dieser Schluß nimmt an daß jede Röhre cylindrisch, durchaus gleich weit ist. Wollte man ihn ergänzen, und darthun, daß eben das Gesetz statt findet, wenn die Röhren solche willkührlichen Gestalten haben, wie meine Figuren darstellen, so müßte man sich Elemente des Wassers vorstellen, und da würde er für Anfangsgründe zu schwer und zu weitläuftig werden. Ueberhaupt fällt es so schwer, die Art wie flüssige Körper drücken, deutlich zu erklären, daß ich ihr Gleichgewicht lieber aus einer einfachen Erfahrung herleiten, als Sätze, die für Grundsätze nicht offenbahr genug scheinen, habe annehmen wollen.

Der gemeine Beweis von einer Haupteigenschaft der Luft, ihrer Federkraft; hat einen andern Fehler. Es ist ein Zirkel im Schliessen, wenn diese Kraft aus Versuchen mit der Luftpumpe hergeleitet wird; denn diese Versuche sind erstlich aus der Federkraft der Luft begreiflich. Es gibt ein schlechtes Vorurtheil für die mathematische

Me-

Vorrede.

Methode in der angewandten Mathematik, wenn die Hauptsätze der nur genannten drey Wissenschaften so unvollkommen bewiesen werden.

Nur bey Smeatons Luftpumpe (Aer. 50.) bin ich von dem Gesetze abgewichen, keine Maschinen abzubilden. Diese Verbesserung eines so wichtigen Werkzeuges befindet sich nur noch in den philosophischen Transactionen, und es wird also kein Fehler seyn, daß ich sie hiedurch bekannter zu machen gesucht habe.

Die Theorie der optischen Wissenschaften liesse sich mit vollkommener Gründlichkeit ohne die Analysis nicht vortragen. Ich habe mich daher oft begnügen müssen, die Sätze zu erzählen, ohne welche man die Beschaffenheit und den Gebrauch der optischen Werkzeuge nicht verstehen kann, in dieser Erzählung aber habe ich vollständig zu seyn gesucht, und wer bey mir die Optik gehört hat, wird sich das nicht träumen lassen, was ein berühmter Philosoph vor einigen Jahren als eine Probe, wie er über natürliche Begebenheiten vernünftig nachdenkt, geschrieben hat: die Ursache, warum die Fixsterne durch Fernröhre nicht vergrössert erscheinen, sey,

weil

weil wir nur durch divergirende Strahlen deutlich sehen.

In der Astronomie habe ich mich bemühet zu zeigen, wie man sich aus gemeinen und leichten Erfahrungen, die ersten Begriffe von dem Himmel machen, und diese nach und nach zu mehr Richtigkeit und Vollständigkeit bringen kann. So methodisch pflegen die Lehrer der Sternkunst, selbst die größten unter den neuern, Gregorius, Cassini, de la Caille, nicht zu verfahren. Sie nehmen die Ordnung der Himmelskörper, und viel andere Dinge von ihnen an, ohne zu zeigen, wie man nach und nach zu diesen Kenntnissen gelangt sey. Das kann sie vielleicht entschuldigen, daß sie sich nicht ganz bis zu Anfängern erniedrigen, sondern Geübte weiter unterrichten wollen. Für jene findet man die Astronomie in den wolfischen Schriften, besonders den lateinischen Elementis, systematisch und zugleich so vollständig als es Anfangsgründe erlauben, abgehandelt. Dieses Lob wird desto unverdächtiger seyn, wenn ich beyfüge, daß ich es von meinem Lehrer, dem seel. Pr. Hausen gehört habe, dessen Verehrung gegen den Freyherrn von Wolf nur so weit ging als es die Billigkeit erfoderte. Ich

habe

habe in den Gränzen, die ich mir setzen mußte, das Verfahren des Freyherrn von Wolf nachzuahmen, Einiges in grösseres Licht zu setzen, und neue Entdeckungen, die er seinen Schriften nicht einverleiben konnte, so wohl da, als in der Geographie, wenigstens anzuzeigen gesucht. Die newtonischen Lehren von den Ursachen der himmlischen Bewegungen werden jetzo mit soviel Nutzen in der Astronomie gebraucht, daß ihre Erzählung hier nicht wegbleiben durfte.

In der Chronologie habe ich den julianischen Calender, und die darauf gegründete Festrechnung anfangs allein vorgetragen. Man weiß, wie nothwendig die Kenntniß hievon in der Geschichte ist. Wer diese im Zusammenhange übersieht, wird die gregorianische Verbesserung leicht fassen, und ihre Wichtigkeit für Protestanten aus (Chron. 76.) beurtheilen können.

In der Gnomonik habe ich gewiesen, wie man die Regeln zu Verzeichnung der Sonnenuhren aus den geometrischen Lehren von den Lagen der Flächen selbst erfinden könne; Eine Menge von Büchern lehren die Handgriffe dazu ohne Beweis.

Vorrede.

Die drey Wissenschaften, welche den Schluß der mathematischen Einleitungen zu machen pflegen, die Artillerie, die Fortification, die Baukunst, lassen sich aus bekannten Ursachen, in den ordentlichen Lehrstunden, welche zum Vortrage der gesammten Mathematik bestimmt sind, gar nicht zulänglich lehren: Und da hier verschiedene geschickte Leute besondern Unterricht darinnen ertheilen, so hielt ich mich desto eher berechtiget, davon nur ganz kurz gleichsam den Innhalt zu erzählen.

Wenn es der Vorsicht gefällt, mich noch ferner zu Ausbreitung der Wissenschaften zu gebrauchen, so habe ich mir zu meiner nächsten Beschäfftigung eine Einleitung in die Algebra vorgenommen, welche man als den dritten Theil gegenwärtiger Anfangsgründe wird ansehen können.

Göttingen im März 1759.

Vorre-

Vorrede

zur zweyten Ausgabe.

Die zweyte Auflage gegenwärtiger Anfangsgründe der angewandten Mathematik, mußte sich nothwendig von der ersten mehr unterscheiden, als sich beyde Auflagen der reinen Mathematik von einander unterscheiden konnten. Die angewandte Mathematik enthält eine unsägliche Mannichfaltigkeit von Lehren, wo stets Zusätze, manchmahl auch Veränderungen gemacht werden. Unsere Anfangsgründe der Geometrie enthalten immer noch weniger als des Euklides seine; aber eine Statik muß jetzt mehr enthal-

ten,

ten, als Carteſius aus ſeinem Grundſatze, daß ſich die Räume verkehrt wie die Kräfte verhalten, hergeleitet hat. Auch laſſen ſich in einen zuſammenhangenden Lehrbegriff der Geometrie nicht ſo leicht neue Schlüſſe einſchieben, als neue Erfahrungen, oder neue Anwendungen der bekannten Sätze, in die angewandte Mathematick. Folgendes ſind etwa die wichtigſten Aenderungen in gegenwärtiger Ausgabe.

In der Statik habe ich die Gründe der Lehre vom Schwerpuncte noch deutlicher zu erweiſen geſucht (Stat. 15; 48; 49.), und die trigonometriſche Berechnung der Zuſamſetzung der Kräfte beygefügt (65).

Einen hydroſtatiſchen Lehrſatz wird man, auf die politiſche Arithmetik angewandt, Hydroſt. 31. finden. Fernröhre, die erſt neuerlich bekannt worden, habe ich Dioptr. 92; 99; beygebracht. Die meiſten Vermehrungen aber hat die Aſtronomie erhalten. Einige beſtehen in der Erzählung neuer Begebenheiten z. E. der Durchgang der Venus durch die Sonne, der bey der erſten Ausgabe noch zukünftig war (193; 273;), andere in Nachrichten, die beſonders beym Obſerviren dienlich ſind, wie die von

Ver=

zur zweyten Ausgabe.

Vergleichung der Zeiten (99. II. u. f.), vom Mikrometer (227. III. u. f.). Neue Anführungen von Schriftstellern, und andere kürzere Zusätze waren fast bey jeder Lehre dieser Wissenschaft, wegen ihres beständigen Wachsthums nöthig, und ich überließ mich einer vorzüglichen Neigung, die ich beständig gegen sie gehegt habe, desto williger, da mir solches durch das mir anvertraute Observatorium zu einer sehr angenehmen Pflicht wird. Ich habe gleichwohl bey diesen Vermehrungen selbst, ein so wichtiges Werk, wie des Hrn. de la Lande Astronomie (Paris 1764, 2. B. 4°.) ist, nicht zu Rathe ziehen können, weil ich solches erst am Ende des Abdrucks dieser Ausgabe erhalten habe.

In den übrigen Wissenschaften, habe ich durchgängig von neuen Bemühungen darinnen, wenigstens Nachricht gegeben. Ein Lehrbuch, wie das gegenwärtige, kann von vielen Theilen der Wissenschaften nur die Geschichte enthalten. Wenn auch der Raum weitere Ausführungen der Lehren verstattete, so würden doch die Gründe fehlen, die man dazu aus der theoretischen Mathematik, besonders der Analysis voraussetzen müßte.

Vorrede zur zweyten Ausgabe.

Auf den letzten Bogen dieser Ausgabe, sind einige Lehren aus verschiedenen Wissenschaften umständlicher vorgetragen. Mir hat dieses bequemer geschienen, als so weitläuftige Zusätze, an den gehörigen Stellen einzuschieben. Sie sind nicht allen Lernenen unentbehrlich, und wer sich um sie bekümmert, wird sie an ihrem Orte aufsuchen.

Schon vorigen Winter sind verschiedene Bogen von einer Einleitung in die höhere Mechanik abgedruckt, darinnen ich besonders auf die Sätze gesehen habe, die in der Naturlehre, in Künsten, in Maschinenwesen u. s. w. brauchbar sind. Ich hoffe dieses Werck als einen vierten Theil der mathematischen Anfangsgründe nächstens zu vollenden.

Göttingen im März 1765.

A. G. Käſtner.

Inn-

Innhalt

I. Die Statik.

Erklärungen der Wörter Kraft, Schwere, u. s. w. Seite 1
Der Hebel = = = = = 8
Zusammensetzung der Kräfte = = 30
Die Wagen = = = = = 35
Das Räderwerk = = = = 36
Scheibe und Kloben = = = 45
Die schiefe Fläche = = = = 49
Der Keil = = = = = 54
Die Schraube = = = = 56
Das Wasserwägen = = = = 60
Die Wassermühle = = = = 64
Die Windmühle = = = = 67
Die Uhrwerke = = = = 70
Vom Reiben = = = = = 77
Von der Ueberwucht = = = 78

II. Die Hydrostatik.

Die Oberfläche eines flüssigen Körpers ist horizontal = = = = 79
Das Wasser steht in jeder Röhre wagrecht 83
Vom Drucke des Wassers auf den Boden eines Gefässes = = = = 87
Von seinem Drucke auf die Seiten der Röhre 88
Gleichgewicht verschiedener flüssiger Materien 90
Gleichgewicht flüssiger Körper mit festen in ihnen = = = = 94

Innhalt.

Die archimedische hydrostatische Aufgabe S. 99
Vom Schwimmen der Körper = = 101

III. Die Aerometrie. 107

Die Luft ist elastisch = = = 109
Und schwer = = = = = 112
Grösse des Druckes der Atmosphäre 115
Torricellische Leere = = = = 116
Ausdehnung der Luft durch die Wärme 117
Die Luftpumpe = = = = 118
Von Ventilen = = = = 123
Smeatons Luftpumpe = = = 124
Druck der Luft auf gegebene Flächen = 132
Gesetz des Zusammendrückens der Luft 134
Das Barometer = = = = 137
Das Thermometer = = = = 141

IIII. Die Hydraulik.

Bewegung des Wassers vermittelst der Luft 145
Der Heber = = = = = 146
Die Ventile und Wasserplumpen = 149
Das Druckwerk = = = = 151

V. Die Optik.

Gesetz der Ausbreitung des Lichtes = 153
Wenn Lichtstrahlen als parallel anzusehen sind 156
Wie eine dunkele Kugel von einer hellen erleuchtet wird, und wie es sich da mit dem Schatten verhält = = 158

Messung

Innhalt.

Messung der Körper durch den Schatten S. 160
Das verfinsterte Zimmer = = = 162
Warum sich in ihm Bilder mahlen = 163
Die scheinbare Grösse = = = 164
Erscheinungen der Bewegung = = 167

VI. Die Katoptrik.

Was Spiegel sind = = = = 171
Gesetz der Zurückstrahlung = = 173
Von ebenen Spiegeln = = = 176
Von hohlen Kugelspiegeln = = 179
Von erhabenen Spiegeln = = = 184

VII. Die Dioptrik.

Wie man die Brechung mißt = = 185
Ihr Gesetz bey Luft und Glase = = 187
Den gebrochenen Strahl aus dem einfallenden zu finden = = = = 187
Gesetz der Brechung bey kleinen Winkeln 188
Wenn der Strahl nicht aus Glas in die Luft gehet = = = = 189
Die Arten der Gläser = = = 190
Wie ein Strahl in einem geschliffenen Glase gebrochen wird = = = 191
Brennpunct = = = = = 192
Bild eines Punctes = = = = 196
Bild einer Grösse = = = = 199
Die Farben = = = = = 201

Innhalt.

Das Auge = = = = S. 206
Fehler der Augen, und einfache Gläser für sie 214
Die Fernröhre = = = = 218
Die Mikroskope = = = = 230
Werkzeuge die Bilder machen = = 233
Beugung des Lichtes = = = 235

VIII. Die Astronomie. 237

Die tägliche Bewegung = = = 241
Die Mittagsfläche zu finden = = 255
Von der eigenen Bewegung der Sonne 259
Die Tage und Vergleichungen der Zeit 265, 268
Die Stellen der Fixsterne = = 277
Das Sonnenjahr = = = = 285
Die eigene Bewegung der Fixsterne = 287
Die verschiedenen Lagen der Sterne gegen die Sonne = = = = 288
Die Strahlenbrechung = = = 291
Die Parallaxe = = = = 296

Die theorische Astronomie. 301

Beschaffenheit der Sonne = = = 301
Vom Monde = = = = 306
Von den Planeten = = = = 316
Von der Ordnung der Himmelskörper 320
Mikrometer und dessen Anwendung = 338
Die keplerische Theorie = = = 354
Die physische Astronomie = = 380

Von

Innhalt.

Von den Finsternissen = = S. 391
Von den Kometen = = = 395

VIIII. Die Geographie. 399

Gestalt der Erde = = = = 401
Unterschied der Mittagskreise = = 408
Zonen = = = = = 420
Abtheilungen der Kugel nach dem Horizonte 421; u.f.
Compaß = = = = = 427
Die Landcharten = = = = 429
Von der Schiffarth = = = 433

X. Die Chronologie. 437

Tage und Stunden = = = 437
Monate = = = = = 442
Das julianische Jahr = = = 445
Kennzeichen der Jahre = = = 448
Die Festrechnung = = = 465
Die Verbesserung des Calenders = 469

XI. Die Gnomonik. 479

Die Aequinoctialuhr = = = 480
Kunstwörter von den Uhren = 482; u.f.
Die Horizontaluhr = = = 486
Die Mittagsuhr = = = = 492
Wie lange die Mittagsseite beschienen wird 493
Die Mitternachtsuhr = = = 494

Innhalt.

Die Abenduhr = = = = S. 494
Die Morgenuhr = = = = = 498
Die Verticaluhren = = = = 500
Wenn die südliche Seite einer Verticalfläche
am frühesten beschienen wird = 511
Uhren, die nicht vertical stehen = = 513
Horologia primaria = = = = 513

XII. Von der Artillerie. 519

XIII. Von der Fortification. 533

XIIII. Von der Baukunst. 545

Neue Zugaben.

Zu Stat. 64. §. = = = = 555
Vergleichung der Grade verschiedener Ther-
mometer = = = = 556
Analytische Beweise der vornehmsten dioptri-
schen Sätze = = = = 561
Sternzeit auf mittlere Sonnenzeit zu bringen 576
Uhrzeit auf wahre Sonnenzeit zu bringen 579
Zur Parallaxe Astr. 158. = = = 587

Die

Die Mechanik

oder eigentlich

die Statik.

1. Erkl. Kraft heisst bey Körpern, was Bewegungen hervorzubringen oder zu hindern strebet; Kräfte, deren eine die Wirkung der andern gänzlich oder zum Theil hindert, heissen entgegengesetzte; und in dem ersten Falle entstehet ein Gleichgewicht, und die Kräfte heissen todt; lebendig aber, wenn eine Bewegung erfolgt. Von entgegengesetzten Kräften wird oft zum Unterschiede, eine schlechtweg Kraft, die andere Last genannt.

2. Erfahrung. Man lasse ein Stück Bley, einen Stein, oder sonst etwas schweres aus der Hand frey fallen, so, daß man ihm im geringsten keinen Stoß gibt, sondern nur es nicht mehr hält.

Es wird allezeit, wenn ihm keine Hinderniß oder keine andere Kraft unterwegens vorkömmt, als die Kraft, die es zum Fallen treibet, nach einer geraden Linie fallen; Läßt man etliche solcher Körper zugleich in verschiedenen Weiten von einigen Fuß von einander fallen, so sind die Linien, nach denen sie fallen, so genau, als man es bemerken kann, gleichlaufend, auch wenn sie durch ziemlich grosse Höhen von vielen Fuß fallen. Bindet man schwere Körper an Fäden, so dehnen sich die Fäden ebenfalls nach solchen parallelen Linien aus, nach deren Verlängerungen sie fallen werden, wenn man die Fäden durchschneidet.

3. Erkl. Diese Linien heissen die Richtungen der Schwere; die Ebene, auf der sie senkrecht stehen (Geom. 46. S.), eine Horizontalfläche; jede Linie in einer solchen Ebene, oder jede Linie, die auf die Richtung der Schwere senkrecht stehet (G. 2. Th. 1. Erkl.), eine horizontale oder wagrechte Linie; die Richtungen der Schwere selbst heissen verticale oder lothrechte, bleyrechte Linien, und jede Ebene durch eine solche Linie, eine verticale oder lothrechte Fläche. Ein Punct liegt höher als eine Horizontalfläche oder über ihr, wenn ein schwerer Körper aus diesem Puncte auf die Fläche fallen würde, und die Fläche liegt tiefer als er, oder unter ihm.

4. Erfahr. Die Horizontalfläche ist der Ebene der Erde, auf der wir gehen, parallel; Anhöhen der Berge unterscheiden sich gerade dadurch von dem,

dem, was wir Ebenen nennen, daß die Richtungen der Schwere auf sie nicht senkrecht stehen. Auf die Fläche stillestehenden Wassers in einem Teiche, oder in einem Gefässe, sind diese Richtungen gleichfalls senkrecht.

5. Zus. Die Richtung der Schwere steht auf der Fläche der Erde senkrecht.

6. Zus. Ist also die Erde eine Kugel, so gehen die Richtungen der Schwere dennoch ihrem Mittelpuncte zu (G. 49. S. 10. Z.), und sind für die Sinne, in mittelmässigen Höhen und Entfernungen, nur deßwegen parallel, weil dieser Mittelpunct sehr weit von den Orten, wo wir unsere Erfahrungen anstellen, entfernt ist, und der Abstand zwoer solcher Richtungen, die wir unmittelbar mit einander vergleichen können, gegen diese Entfernung ungemein gering ist (G. 12. S. 12. Zus.).

7. Erf. Wenn man gleichgrosse Würfel, einen von Steine, den andern von Holze; Kugeln, eine von Bley, die andere von Zinn, welche in einer Forme gegossen sind, auf die Hand leget; einerley Gefässe, einmahl mit Queckſilber, das anderemahl mit Wasser gefüllt auf die Hand setzet; so braucht man allemahl, Stein, Bley, Queckſilber zu halten, mehr Kraft, als Holz, Zinn, Wasser.

8. Zus. Es gibt also Körper, die verschiedenes Gewicht haben, d. i. mit verschiedener Gewalt müssen gehalten werden, wenn sie nicht fallen sollen, ob sie gleich einerley Raum ausfüllen.

9. Erfahr. Jeder sichtbare Theil der Materie ist schwer; denn sich selbst überlassen, fällt er allezeit. Ein Stein, den man in die Höhe wirft, stößt die Allgemeinheit dieses Satzes nicht um, und also thut es auch die Feuerflamme nicht, deren Theilchen offenbahr von einer andern Kraft, als die Schwere ist, in heftige Bewegungen gesetzt werden. Aber ob besondere Feuertheilchen, und ob sie schwer sind, das brauchen wir hier nicht einmahl zu untersuchen, da die Schlüsse aus dieser Erfahrung nirgends auf das Feuer werden angewandt werden.

10. Zus. Einige Körper müssen, unter gleichem Raume mehr schwere Materie enthalten; dichter, (densiora) von schwererer Art (specifice grauiora) seyn, als andere, die lockerer (rariora) von leichterer Art sind (8).

11. Zus. Bey einerley Materie, verhalten sich die Gewichte wie die Räume.

12. Grundf. Es wird gleichviel Gewalt erfodert, ein Gewicht unmittelbar auf der Hand; oder an einem Faden, dessen Gewicht man nicht in Betrachtung ziehet, zu halten, der Faden mag lang oder kurz seyn. Trüge man das Gewicht auf einem Stabe, der eben so als nicht schwer angesehen würde, so wäre es auch noch einerley. Faden und Stab sind nur Bilder der Art, wie die Kraft ihrer Wirkung äusert; also nehme ich an, daß diese Dinge für sich fortzuziehen oder zu stossen keine Gewalt nöthig ist.

13. Erf. Das Gewicht einer gegebenen Menge von Materie ändert sich nicht, man mag ihre Gestalt wie man will ändern, wenn man nur keine Theile dazu oder davon thut.

14. Anm. Dieses folgt aus 9. Wenn alle Theilchen der Materie schwer sind, so bleibt das Ganze, das aus den Schweren einer gegebenen Menge von Theilchen entstehet, einerley, diese Theilchen mögen unter einander liegen wie sie wollen.

15. Zus. Also können Körper von verschiedenen Gestalten (13) und Materien (8. o) einerley Gewichte haben, und man kann das Gewicht eines Körpers, ohne den Raum den er einnimmt, betrachten. In diesem Falle sieht man ihn als einen schweren Punct an. Man kann aber auch Körper oder Theile der Körper ihrer Kleinigkeit wegen als schwere Puncte betrachten, oder sich vorstellen, als ob sie vermöge ihrer Last nur einen gewissen Punct niedertrieben. Man setze MN 7. F. sey ein durchaus schwerer Körper, ah eine Linie nach seiner Länge hin gezogen, eine Axe; KL, kl, ein paar Ebenen, die diese Axe in M, m, senkrecht schneiden, und zwischen sich einen Abschnitt des Körpers enthalten. Dieser Abschnitt kann als etwas schweres, als ein Gewicht, angesehen werden, das von a, weiter als um aP, aber nicht so weit als ap entfernt ist, und weil man p so nahe als man will bey P nehmen kann, so kann die letzte Entfernung der ersten so nahe als man will kommen, und man kann den Abschnitt als ein Gewicht ansehen, dessen Entfernung gleichgültig aP oder ap wäre, das ist,

als einen schweren Punct, der eine dieser beyden Entfernungen hatte. So kann man sich also in einem Körper unzählich viel schwere Puncte vorstellen, die durch seine Festigkeit zusammen hängen, denn es ist wohl einerley, ob die Abschnitte wie Kl 7. F. einzeln etwa nur an einander gefügt an einer Stange ah gesteckt wären, oder ob jeder mit dem anliegenden durch den Zusammenhang verbunden ist, welcher die Festigkeit des Körpers verursacht.

16. Lehrs. Eine gerade unbiegsame Linie, die für sich nicht schwer ist, BC 1. F. liege in ihrer Mitte A horizontal auf einer Unterlage, so, daß sich jedes von ihren Enden ohne Verrückung des Punctes A etwas erheben, und das andere so viel sinken kann. An ihren beyden Enden hängen gleiche Gewichte P; Q; ich behaupte, daß keines sinken und keines steigen wird.

Bew. Weil alles auf einer Seite des Punctes A wie auf der andern ist, so müsste aus demjenigen, woraus folgte, daß Q sänke, auch folgen, daß P sänke; und beyden zugleich kann dieses nicht wiederfahren.

17. Zus. Hier entstehet also ein Gleichgewichte (1).

18. Zus. Lasten, die nicht sinken sollen, müssen getragen werden. Hier ist nichts, das tragen könnte, als die Unterlage bey A. Also erhält diese die völlige Last 2 P = 2 Q; oder wenn man die Linie mit den Gewichten bey A auf einen Finger legte, oder an einen Faden AD hielte, so brauchte man eben

so

so viel Gewalt, als wenn 2 P auf dem Finger unmittelbar läge, oder an dem Faden hinge.

19. Zus. Wäre $Q < P$ so könnte kein Gleichgewicht seyn. Denn ein Gewicht $= P$, das ich S nennen will, wäre an C mit P an B im Gleichgewichte, und zöge also C so stark nieder als P diesen Punct, dadurch, daß es B niederzieht in die Höhe treibt; Aber zwey ungleiche Gewichte, Q; S; können auf einerley Art an C angebracht, C nicht gleich stark niederziehen.

20. Zus. Eine Kreisscheibe 2. F. lasse sich um ihren Mittelpunct C drehen. Ueber sie sey ein Faden PMQ gelegt, an dessen Enden gleiche Gewichte P, Q, hängen, so erhalten dieselbe einander. Diese Scheibe heißt eine **Rolle**.

21. Zus. Ungleiche Gewichte erhalten einander unter den Umständen 16. 20. nicht. Es sey $Q = P + p$ so wird das Stück von Q das $= P$ ist, von P zu sinken verhindert werden; aber das Stücke p wird von nichts gehindert. Also sinket das grössere Gewichte, und ist auf dessen Seite die **Uebermacht**.

22. Lehrs. Eine Scheibe, die nicht schwer ist, lasse sich in 3. F. um ihren Mittelpunct C drehen, aber dieser Mittelpunct lasse sich nicht verrücken: An zween willkührlichen Puncten ihres Umfanges M, N, ziehe man mit gleicher Gewalt nach den Tangenten MF, NG, so daß die Gewalt nach NG sich bemühet, die Scheibe nach einer Richtung zu drehen, die derje-

nigen entgegengesetzt ist, nach der die Gewalt bey MF eben diese Scheibe drehen will: Ich behaupte, unter diesen Umständen werde sich die Scheibe nicht drehen.

Bew. Es ist wiederum bey M alles wie bey N, und kann also an einem Orte nichts geschehen, was nicht an dem andern auch geschähe, einerley aber kann nicht an beyden zugleich geschehen.

23. Zus. Man kann durch Rollen machen, daß Gewichte nach allen möglichen Richtungen vollkommen so ziehen, als sie nach ihrer unmittelbahren senkrechten ziehen würden; wie H; K; z. F.

24. Zus. Also lassen sich Kräfte von aller Art, die nach allen möglichen Richtungen wirken, durch Gewichte vorstellen, welches den Nahmen Last (1) rechtfertiget.

25. Erkl. Ein geradelinichter mathematischer Hebel heißt eine gerade, unbiegsame Linie, ohne Schwere; bey der an zween Puncten Kraft und Last dergestalt angebracht sind, daß, wenn eine von beyden die Ueberwucht bekömmt, die Linie sich um einen gewissen Punct drehet, welcher der Ruhepunct oder Bewegungspunct, das aber, was den Hebel daselbst aufhält, daß er sich drehen muß, die Unterlage (hypomochlium) genannt wird.

26. Erkl. Nachdem Kraft und Last auf verschiedenen Seiten der Unterlage oder auf einer sind; heißt der Hebel von der ersten oder der andern Art (heterodromus; homodromus).

In

In der 4. Fig. stellt D A B den ersten vor; wo Q; P, beyde unterwärts ziehen, und A der Ruhepunct ist. Aber A C B den zweyten, wo Q fehlt, P unterwärts; +F aufwärts zieht (welches sich durch ein Gewicht nach 23. thun läßt) und der Ruhepunct noch A ist. Es könnte auch eine Kraft −F unterwärts ziehen, da bey B eine aufwärts ziehen müßte. Soll der Hebel, unter allen Umständen, genöthiget seyn, sich um A zu drehen, so muß die Unterlage entweder bald unter, bald über A angebracht werden, oder man kann sich in A gleichsam einen Nagel vorstellen, der den Hebel an diesem Orte weder niederwärts noch aufwärts gehen läßt. Die Richtungen der Kräfte werden jetzo allezeit auf dem Hebel senkrecht angenommen.

27. Lehrs. Wenn die Kräfte +F, und P, am Hebel der zweyten Art, im Gleichgewichte sind; und man nimmt AD = AC; und Q = +F; so sind auch Q; P; am Hebel der ersten Art im Gleichgewichte.

Beweis. Die Kraft +F wird ohne Zweifel von einer ihr gleichen entgegengesetzten −F erhalten, so daß, wenn beyde zugleich an dem Puncte C zögen, dieser Punct von beyden allein nach keiner Seite bewegt werden würde. Sind aber −F und Q gleich, so erhalten diese beyde allein, einander (16). Folglich ist die Wirkung, die Q ausübet, den Hebel um A zu drehen, daß C steigen soll, so stark als die Wirkung, die −F ausübet, daß C sinken soll. Aber diese letztere Wirkung ist derjenigen gleich,

die +F ausübet, daß C steigen soll; folglich wird C mit einerley Gewalt in die Höhe getrieben, es mag +F an C aufwärts oder Q an D niederwärts ziehen. Wenn aber +F und P am Hebel ACB im Gleichgewichte sind; so wird die Gewalt, welche +F anwendet, C aufwärts zu ziehen, durch die, welche P anwendet, C niederwärts zu ziehen, und gegenseitig diese durch jene vernichtet. Also müssen auch die Gewalt, welche Q an D, und die, welche P an B anwendet, einander gegenseitig vernichten; d. i. es muß zwischen diesen beyden Kräften am Hebel DAB ein Gleichgewichte seyn.

28. Zus. Eine Kraft, die bey B aufwärts zöge, wird mit einer, die bey D aufwärts zieht, im Gleichgewichte seyn, wenn sie mit −F im Gleichgewichte und die bey D ziehet = −F ist. Und überhaupt ist eine Kraft, die an einem der beyden Hebel (26) mit einer andern im Gleichgewichte stehet, auch an dem andern Hebel mit einer gleich grossen und vom Ruhepuncte gleich entfernten Kraft im Gleichgewichte, wenn nur die Kräfte allemahl so ziehen, daß, im Fall eine Bewegung erfolgte, der Hebel sich um den Ruhepunct drehen müßte.

29. Lehrs. Wenn an einem Hebel 1. F. BA = AC, der Ruhepunct aber in B ist, und eine Kraft Q bey C niederwärts, eine andere F = 2 Q bey A aufwärts zieht; so sind beyde Kräfte im Gleichgewichte.

Bew. Man stelle sich den Hebel an den Puncten B; C; mit gleichen Gewichten P; Q; beschwert,

schwert, und in der Mitte bey A unterstützt vor; so trägt die Unterlage daselbst eine Last = 2 Q (18) d. i. wenn man diesen beschwerten Hebel an einen Faden A F halten wollte, so müßte man nach A F mit einer Kraft F = 2 P ziehen. Indem man nun dieses thäte, bemühte man sich die Puncte B und C beyde zu erheben, erhöbe aber wirklich keinen, weil jeder durch die Gewalt des an ihm hängenden Gewichtes eben so stark niedergezogen würde. Sollte also das Gewichte P weggenommen werden, so müßte man statt seiner den Punct B durch etwas anders hindern in die Höhe zu gehen. Es müßte über B oder durch B selbst also etwas wie ein Nagel befestiget seyn, das wenigstens stark genug wäre P zu tragen: Ist es stärker, eine viel grössere Last zu tragen, so macht dieses zu gegenwärtiger Absicht nichts aus, weil sich dieser Wiederstand blos leidend verhält, oder genau nur so viel thut, den Punct B zu halten, so viel der Punct B thut, sich zu bewegen; wird also B von gar keiner Kraft in die Höhe getrieben, so drückt auch dieser Wiederstand B nicht entgegengesetzt; wird aber B von einer Kraft = P in die Höhe getrieben, so hält der Wiederstand, B genau mit eben der Kraft und keiner grössern noch kleinern zurücke. Dieses letztere nun geschieht, wenn Q an C hängen bleibt F = 2 Q an A in die Höhe zieht, und P von B weggenommen, statt dessen aber der erwähnte Wiederstand daselbst angebracht ist. Denn die Gewalt, welche solchergestalt angewandt wird B zu erheben, muß genau so groß seyn, als die Gewalt mit welcher B von P niederwärts gezo-

gen

gen wird, weil B nicht erhoben wird, wenn P statt des Widerstandes da ist. Weil also der Widerstand bey B weder mehr noch weniger thut als das Gewicht P; so muß alles einerley bleiben, es mögen die Gewichte P, Q, und die Kraft F=2Q am Hebel angebracht werden; oder es mag Q mit der Kraft F bleiben, aber statt P der Widerstand angebracht werden. In jenem Falle aber bewegt sich kein Theil des Hebels, oder die Kräfte sind im Gleichgewichte; also findet eben das im zweyten Falle statt; der Hebel wird um B nicht gedrehet, und die Gewalt, welche F in A anwendet, ihn aufwärts zu drehen, vermag nicht mehr als die Gewalt, welche Q in C anwendet, ihn niederwärts zu drehen.

30. Zus. Am Hebel D AB 4. F. sey die Unterlage oder ein Nagel um den sich der Hebel drehen kann in A, und AB=2. AC, auch sey F an C aufwärts ziehend =2P, wo P an B niederwärts zieht, so sind F, P, im Gleichgewichte (29). Folglich auch nach (27) Q, P, wenn AD=AC und Q=F aber Q an D niederwärts zieht. Solchergestalt ist aber Q=2P und AB=2AD oder am Hebel der ersten Art, ist die einfache Kraft P in der doppelten Entfernung AB, mit der doppelten Q in der einfachen AD, im Gleichgewichte.

Also ist dieser Satz von jedem Hebel wahr (29; 30.).

31. Lehrs. Wenn n eine gewisse bestimmte ganze Zahl bedeutet; und am Hebel der zweyten

ten Art A C B 4. F. AB = n. AC; und + F = n. P ist; unter diesen Umständen aber F und P im Gleichgewichte sind; so wird auch ein Gleichgewicht an dergleichen Hebel zwischen Kräften, deren eine = P; die andere = (n + 1). P ist, seyn, wenn ihre Entfernungen vom Ruhepuncte (n + 1) AC; und AC sind.

Bew. Man nehme AD = AC; die Kraft + F schaffe man weg, und henke statt ihrer in D das Gewichte Q = + F an; so sind Q; P; am Hebel DAB im Gleichgewichte (27). Also trägt die Unterlage in A eine Last Q + P = (n + 1) P, welches wie in 18. erhellt; und der beschwerte Hebel wird in Ruhe erhalten, wenn an A eine Kraft R = (n + 1) P in die Höhe zieht. Diese Ruhe bleibt noch, wenn Q von D weggenommen, und statt dessen ein Wiederstand wie 29. angebracht wird, da ist aber DB = DA + AB = AC + AB = AC + n. AC = (n + 1). AC = (n + 1) AD. Also sind am Hebel DAB, die Kräfte R = (n + 1) P; und P; in den Entfernungen AD, und (n + 1). AD im Gleichgewichte.

32. Zus. Eben das gilt beym Hebel der ersten Art (27).

33. Lehrs. An einem Hebel der ersten Art DAB; 4. F. oder der zweyten Art ACB; befinde sich in der Weite AB von der Unterlage, das Gewicht P, und in der Weite AD oder $AC = \frac{1}{n} AB$; ein Gewicht = n. P das im ersten Falle niederwärts, im zweyten aufwärts zieht. Ich behaupte, es sey zwischen beyden allemahl ein Gleichgewichte.

Bew.

Bew. Für $n = 2$ erhellt es aus (30) also für $2 + 1 = 3$ aus (31. 32). Also setze man nun in (31.32) $n = 3$; so erhellt eben das für $3 + 1 = 4$; und nun $n = 4$ gesetzt; für $4 + 1 = 5$ u. s. w. ohne Ende fort für jede ganze Zahl, weil der Schluß allemahl von einer auf die nächstgrössere fortgehet.

34. Lehrs. Wenn beym Hebel DAB 4. F. die Unterlage in A ist; m; n; ganze Zahlen bedeuten, und $Q : P = m : n = AB : AD$; so ist ein Gleichgewicht.

Bew. Ich will annehmen man wüsste den Satz noch nicht, und zeigen wie man ihn findet. Es sey also $Q : P = m : n$ oder $P = \frac{n}{m} Q$, wo m, n, ganze Zahlen sind. P befinde sich an B, daß also AB gegeben ist, man weiß aber noch nicht wie weit der Punct D, an den man Q henken will, von der Unterlage A entfernt seyn muß, damit Q und P im Gleichgewichte sind, und will eben dieses suchen.

Durch A stelle man sich einen Nagel (26) vor. Q hängt noch nicht am Hebel, man sucht erst wo es hinkommen soll.

Man nehme $AC = \frac{1}{m} AB$; Eine Kraft $+F = mP$, die an C in die Höhe zieht, wird am Hebel AGB mit P im Gleichgewichte seyn (33). Nun will P, die Linie AB niederwärts und $+F$ aufwärts drehen. Wegen des Gleichgewichts erfolgt kein drehen, und man kann also sagen, P drehe diese Linie so stark niederwärts, als $+F$ aufwärts.

Wenn man aber eine Kraft $-F$ der $+F$ gleich, nur entgegengesetzt, an C niederwärts wirken liesse,

so

so würde sie ohnstreitig von +F erhalten werden, wofern diese beyden Kräfte allein da wären; also dreht −F die Linie AB so stark niederwärts als +F aufwärts; und weil +F sie so stark aufwärts drehte als P niederwärts, so drehen −F und P, sie gleich stark niederwärts, oder es ist einerley ob P in B, oder $-F = mP$ in C, an ihr drehen.

Wenn nun P, und +F nicht da wären, und blos $-F = mP$ an C niederwärts wirkte, so fragt sich wo Q auf der andern Seite von A angehenkt werden muß, mit −F das Gleichgewicht zu halten.

Es ist aber $-F$ oder $mP = m. \frac{n}{m} Q = nQ$; Also erfodert die erwähnte Absicht, nach 33. des Gewichts Q, Entfernung $AD = n. AC = n. \frac{1}{m} AB =$ $\frac{n}{m} AB$. In dieser Entfernung also hat Q gerade so viel Gewalt AD niederwärts und dadurch ACB aufwärts zu drehen, als −F hat ACB niederwärts zu drehen, das ist, als P hat ACB niederwärts zu drehen. Wenn also −F weggenommen und P an C gebracht wird, so werden des Hebels DAB Arme AD von Q, und AB von P gleichstark niederwärts gedreht, oder es ist zwischen Q und P ein Gleichgewicht; wenn $AB : AD = m : n = Q : P$.

35. Zus. Jede Rationalverhältniß läßt sich auf die Verhältniß zwoer ganzen Zahlen bringen (Arithm. V. 22.), und statt jeder Irrationalverhältniß lassen sich Rationalverhältnisse setzen, die

sich

sich ihr ohne Ende nähern (Ar. V. 25.) also sind an jedem Hebel (34; 28) Kräfte im Gleichgewichte, die sich verkehrt wie die Entfernungen verhalten.

36. Lehrs. Wenn die Gewichte sich nicht verkehrt wie die Entfernungen verhalten, so sind sie nicht im Gleichgewichte.

Bew. Es sey 4. F. Q im Gleichgewichte mit P; aber es sey nicht $P:Q = AD:AB$; Man nehme ein Gewichte $S = \frac{AD.Q}{AB}$ und henke solches statt P in B; so sind S und Q im Gleichgewichte (35), die Ungereimtheit aber, daß mit einem an D hängenden Gewichte Q, zwey verschiedene P, S, an einem Puncte B im Gleichgewichte seyn sollen, fällt folgendermassen noch deutlicher in die Augen: Q strebet D niederwärts zu ziehen, und dadurch B zu erheben; Bey dem Gleichgewichte muß also B von dem daranhängenden Gewichte gleich so stark niedergezogen werden, als Q diesen Punct zu erheben strebet. Thut P dieses, so kann S nicht vollkommen eben das thun; sonst müßte folgen, daß S und P einander an B erhielten, wenn man jene Kraft aufwärts, diese niederwärts ziehen liesse. Man kann nähmlich die Gewalt, die Q an D anwendet B zu erheben, durch eine Kraft, die an B aufwärts zöge, ausdrücken, und dieser Kraft können sicherlich nicht zwo verschiedene Kräfte S, P, entgegengesetzt werden, die gleichgültig sind.

37. Zus. Die Gewalt, welche Q und P anwenden, den Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen,

drehen, ist gleich, und nur alsdenn gleich, wenn Q. A D = P. A B (Ar. V. 31. 33.). Man muß also die Gewalt, welche eine Kraft anwendet den Hebel zu drehen, durch ein Product, aus der Grösse der Kraft (die sich durch ein Gewicht ausdrücken läßt (24) in ihre Entfernung schätzen. Eine andere Kraft nehmlich, bey der dieses Product eben so groß herauskömmt, obgleich beyde Kraft und Entfernung von den vorigen unterschieden sind, wendet eben die Gewalt an den Hebel zu drehen; und wenn sie den Hebel nach entgegengesetzten Richtungen drehen wollen, so entstehet ein Gleichgewicht.

38. Erklär. Dieses Product (37.) heißt das **Moment.**

39. Anm. Mir ist auser dem in der Vorrede angeführten de la Hire niemand bekannt, der die Lehre vom Hebel auf diese Art, und sonst niemand, der sie vollkommen überzeugend vorgetragen hätte. Daß der Beweis des Archimedes Zweifeln unterworfen sey, hat Barrow erkannt (*Archimed.* Opera per *If Barrow* Lond. 1675. 4. Lib. I. de aequipond. Prop. VI.). Der jetzo insgemein gebräuchliche Beweis, wie ihn der Freyherr von Wolf vorgetragen hat, ist dem archimedischen ähnlich. Cartesens, Varignons u. a. Beweise scheinen mir Gründe zum voraus zu setzen, die nicht überzeugend genug können dargethan werden, ehe man die Lehre vom Hebel zur Richtigkeit gebracht hat.

40. Aufg. Es sind ein paar Kräfte gegeben, nebst den Stellen wo sie am Hebel angebracht sind. Man verlangt den Ort der Unterlage, für das Gleichgewichte.

Aufl. I. Für den Hebel der ersten Art, sey 4. F. P, Q, nebst seiner Länge DB gegeben, man sucht A. So ist Q. AD = P. AB (37) = P. DB − P. AD; also (Q + P). AD = P. DB oder AD = $\frac{P.DB}{Q+P}$ und eben so Q. (DB − AB) = P. AB oder Q. DB − Q. AB = P. AB und Q. DB = (P + Q). AB, also $AB = \frac{Q.DB}{Q+P}$.

II. Für den Hebel der zweyten Art, sind CB; und + F; P; gegeben, man sucht wieder A; und es ist F. AC = P. AB = P. AC + P. CB also F. AC − P. AC = P. CB oder (F − P). AC = P. CB und $AC = \frac{P.CB}{F-P}$.

41. Zus. In 40. I. wird der Punct A mit einer Last = Q + P niedergedrückt (31) oder auf eben die Art, als wenn die beyden Gewichte Q, P, von D, B, weggenommen, und in A beysammen wären. Dieser Punct heißt der beyden Gewichte gemeinschaftlicher Schwerpunct (centrum grauitatis).

42. Zus. Zwey gegebene Gewichte, deren Stellen am Hebel auch gegeben sind, haben nur einen einzigen Schwerpunct. Wird also der Hebel DAB anderswo z. E. in C unterstützt, so gibt es nie ein Gleichgewicht. Es muß aber allemahl der Schwerpunct A sinken. Denn das Gleichgewicht findet nur alsdenn statt, wenn er unterstützt wird; und

zwar

zwar braucht es bey dem Hebel der ersten Art, von dem ich hier rede, nur einer Unterstützung, die den Schwerpunct zu sinken, keiner, die ihn zu steigen verhindert. Die vereinigte Gewalt beyder Gewichte strebt also den Schwerpunct niederzuziehen. Wird er nicht unterstützt, so stehet dieser Gewalt nichts entgegen, und also geht er wirklich nieder.

43. Zus. Einer Kraft $=P+Q$ nach der Richtung AR Moment den Hebel um C aufwärts zu drehen ist $=(P+Q).CA=P.(AB-CB+(Q.CD-AD)=P.AB-P.CB+Q.CD-Q.AD$, aber $P.AB-Q.AD=o$ (37) also ist dieses Moment $=Q.CD-P.CB$ (38) oder der Ueberschuß des grössern Moments über das kleinere, in (42). Diese Kraft aber würde den Hebel um C nicht wirklich drehen, sondern nur erhalten oder verhindern, daß er von den Gewichten Q, P, nicht herunter gezogen wird (31); folglich müssen die beyden Gewichte Q an D und P an B, zusammen so viel thun, den Hebel um C niederwärts zu drehen, als ihre Summe in A nach AR angebracht thut, ihn aufwärts zu drehen; oder: der Hebel wird auf einerley Art und mit einerley Gewalt um C gedrehet, es mögen diebeyden Gewichte an ihren Stellen bleiben, oder man mag sie wegnehmen, und ihre Summe in den Schwerpunct henken.

44. Zus. Es sey 5. F. cab ein Hebel der zweyten Art, in c unterstützt, a aber der Gewichte q, p, die beyde niederwärts ziehen, Schwerpunct, oder $q.ad=p.ab$; Wenn eine Kraft $p+q$ nach ar

aufwärts zieht, so erhält sie den Hebel, und ist also ihre Gewalt, den Hebel um c aufwärts zu drehen, so groß als die Gewalt von q an d und von p an b zusammen ihn niederwärts zu drehen. Ihr Moment aber ist $= ca.(p+q) = cd.q + ad.q + cb.p - ab.p = cd.q + cb.p =$ der Summe der Momente, nicht wie in 43. dem Unterschiede. Momente nähmlich von Kräften, die sich alle auf einer Seite der Unterlage befinden, können alle zusammen als bejahende Grössen angesehen werden: Aber bey Kräften, die sich auf verschiedenen Seiten der Unterlage befinden, sind die Momente einander entgegengesetzt, und wenn man also die auf der einen Seite bejaht annimmt, so sind die auf der andern verneint.

45. Zus. Der Schwerpunct läßt sich aus den gegebenen Gewichten und ihren Stellen auch so finden: Man nehme 4. F. einen willkührlichen Punct im Hebel C, und $CA = \frac{CD.Q - CB.P}{P+Q}$ (43) wo der Schwerpunct zwischen C und dem Puncte des Hebels liegt, an dem sich das größte Moment findet: Eben so ist (44) in 5. F. $ca = \frac{cd.q + cb.p}{p+q}$.

46. Zus. Man kann also statt zweyer Gewichte, jedes an seiner Stelle, allemahl ihre Summe in ihren Schwerpunct henken, ohne daß sich dadurch etwas in der Gewalt verändert, mit welcher der Hebel um die Unterlage gedrehet wird. Und so lassen sich diese beyde Gewichte in eines bringen.

47. Zus.

47. Zuſ. Eine Linie 6. F. die ſich um a drehen läßt, ſey an verſchiedenen Stellen mit Gewichten p, q, r, ſ, u. ſ. w. beſchwert. Man nehme $ac = \frac{ab.p + ad.q}{p+q}$ ſo laſſen ſich die erſten beyden Gewichte, in eines $= p+q$ an a zuſammenbringen (47). Ferner nehme man $ae = \frac{ac.(p+q) + af.r}{p+q+r}$. ſo laſſen ſich die drey erſten in eines $p+q+r$ an e zuſammen bringen; Und eben ſo alle vier an g; wenn $ag = \frac{ae.(p+q+r) + ah.ſ.}{p+q+r+s}$ Man kann ſo durch ſo viel Gewichte als man will fortgehen, und alle auf eines bringen, das an dem gemeinſchaftlichen Schwerpuncte aller müßte angehenket werden.

48. Zuſ. Wenn zweene ſchwere Puncte (15) mit einer Stange, die für ſich nicht ſchwer, nur unbiegſam wäre, verbunden wären, ſo fände man ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunct nach (41), und wenn drey ſchwere Puncte ſich nicht in einer geraden Linie, ſondern in den Winkeln eines Dreyeckes befinden, deſſen Seiten ich wie ſolche nur erwähnte Stangen anſehe, die ihre Lagen gegen einander nicht ändern können; ſo findet man den gemeinſchaftlichen Schwerpunct zweyer ſolcher Gewichte, und alsdenn den gemeinſchaftlichen Schwerpunct dieſes nur gefundenen, und des dritten Gewichtes, alſo aller drey. Eben ſo wird ſich der gemeinſchaftliche Schwerpunct von vier, fünf, oder mehr Gewichten,

wichten, die in einer Ebene sind, finden lassen, daß man immer zu einem gefundenen Schwerpuncte ein neues Gewicht nimmt, wie in 47. Von einer durchaus schweren Ebene läßt sich annehmen, sie habe überall schwere Puncte, und so giebt es also einen Schwerpunct für eine ganze Ebene.

Hätte man vier schwere Puncte oder Gewichte, nicht in einer Ebene, durch Stangen, die ihre Lagen gegen einander nicht ändern, verbunden, so fände man den Schwerpunct, von dreyen in einer Ebene, und denn, den gemeinschaftlichen Schwerpunct von diesen, und dem vierten Gewichte; Und so könnte man mit fünf und mehr Puncten verfahren. Da man also in einem Körper überall schwere Puncte annehmen kann, die statt der Stangen, durch die Festigkeit des Körpers verbunden werden (15); so giebt es für sie alle zusammen einen gemeinschaftlichen **Schwerpunct des Körpers**, in dem man sich sein ganzes Gewicht vereinigt vorstellen kann (46), dessen Unterstützung macht, daß der Körper fest steht, so wie der Körper fallen muß, wenn sein Schwerpunct fallen kann (42). Soll ein Körper nicht fallen, so muß die Verticallinie durch seinen Schwerpunct, seine **Directionslinie**, innerhalb des Grundes befindlich seyn, auf dem er steht, oder diese Linie muß auf andere Art gehalten werden, so daß sich der Schwerpunct in dieser Linie nicht senken kann. Es muß auch in einem gegebenen Körper nur ein Schwerpunct seyn, weil seine ganze Last wohl nicht mehr als in einer Stelle beysammen seyn kann, und weil von zween Schwerpuncten, wenn es dergleichen

chen gäbe, einer ohne den andern könnte unterstützt werden, also der Körper zugleich fallen und nicht fallen müsste.

49. **Anm.** Wenn man in dem Körper unendlich dünne Abschnitte wie in (15) machen kann, deren jeder seinen Schwerpunct in a h 7. F. hat, so ist das Moment jedes solchen Abschnittes a M. K l und der Schwerpunct lässt sich nach 45 angeben, wofern man nur die Summe dieser unzählich vielen Momente finden kann. Dieses lehret die Integralrechnung, und ich habe es in der Analysis des Unendlichen 637. u. f. §. abgehandelt.

Sonst lässt sich auch der Schwerpunct durch Versuche finden. Man schiebe einen Körper auf der Schärfe eines dreyeckigten Prisma, u. d. g. hin und her, bis seine Theile auf beyden Seiten dieser Schärfe einander gegenseitig erhalten, so ist sein Schwerpunct unterstützt, und befindet sich also in einer verticalen Ebene durch die Schärfe, welche man die **Schwerebene** (planum grauitatis) nennet. Wiederhohlt man diesen Versuch, so daß nur andere Stellen des Körpers auf die Schärfe zu liegen kommen, so so gibt es eine andere solche Schwerebene, und beyde schneiden einander in einer Verticallinie, die den Schwerpunct enthält, einem **Durchmesser der Schwere** (diameter grauitatis). Ein dritter Versuch von dieser Art gibt also eine dritte Schwerebene, der voriger Durchmesser in einem Puncte begegnen muß, welches der eigentliche Schwerpunct ist, der sich ordentlich in dem Innern des Körpers befindet und also selten in die Augen fällt.

Ist M N 7. F. ein Prisma dessen Seitenflächen mit den Grundflächen rechte Winkel machen, so wird eine Ebene die seine Länge senkrecht halbirt den Schwerpunct enthalten (wie 29).

In den letzten Satze von 48. ist der Grund des festen Standes der Thiere und lebloser Körper enthalten. Etwas dahin gehöriges, daß das Aufstehen vom Sitzen betrifft, hat schon Aristoteles, in den mechanischen Fragen 31 Cap.

angemerkt. S. Blancani Aristotelis loca mathematica n. 269. Auch giebt es Stellungen, in denen ein Körper der Gefahr zu fallen ausgesetzt scheint, und doch davor sicher ist. Dergleichen Schwenter mathem. Erquickst. 9 Th. 5, 6, 7, Aufg. anführt. Dahin gehören auch die überhängenden Thürme zu Bononien und Pisa, sie mögen nun mit Fleiß so gebauet seyn, wie Casatus Mechan. L. 1. c. 9. und Labat Voy. d'Esp. & d'Ital. T. II. ch. 5. glauben, oder sich gesenkt haben, wie Condamine Voy. d'Ital. dafür hält.

50. Aufg. D A B 8. F. ist ein schwerer Hebel; sein Gewicht = H; sein Schwerpunct V; die Unterlage in A; die Kraft P ist gegeben; man sucht die Last Q.

Aufl. Man stelle sich vor, das Gewicht des Hebels sey in V beysammen (48) so hat man einen mathematischen Hebel, der mit drey Gewichten in D; V; B, beschwert ist. Man bringe die beyden Gewichte H; P, in eines in M (46) so ist $AM = \frac{AV.H + AB.P}{H+P}$ und das Moment eines Gewichtes H+P, an M, den Arm AB niederwärts zu drehen, muß so groß seyn als das Moment des Gewichtes Q an D, den Arm AD niederwärts zu drehen. Also ist $Q.AD = AM.(H+P) = AV.H + AB.P$ oder $Q = \frac{AV.H+AB.P}{AD}$.

Zus. Wäre Q gegeben und P gesucht sonst alles wie vorhin, so brauchte man wieder die Gleichung $Q.AD = AV.H + AB.P$ also auf beyden

Seiten

Seiten AV. AH abgezogen, und denn mit AB di-

vidirt $\frac{Q.AD-AV.H}{AB}=P.$

Wäre vom Hebel die Länge BD, sein Gewicht H, sein Schwerpunct V, also BV und daher auch $DV=BD-BV$ gegeben, nebst den Gewichten P, Q, und man suchte den Ort der Unterstützung A, so könnte man AB als eine gesuchte Grösse ansehen und müßte die Gleichung $Q.AD=AV.H+AB.P$ so ausdrücken, daß nur diese unbekannte Grösse darinnen vorkäme, sonst alles gegeben wäre. Es ist aber $AV=AB-BV$; $AD=BD-AB$ folglich $Q.(BD-AB)=(AB-BV).H+AB.P$ also $Q.BD-Q.AB=AB.H-BV.H+AB.P$ Hier schaffe man alles, was in AB multiplicirt ist, auf die rechte Seite, welches geschieht, wenn man auf beyden Seiten, erst Q.AB und den BV.H addirt, so kömmt $Q.BD+BV.H=AB.Q+AB.P+AB.H$

$=AB.(Q+B+H)$ also $\frac{Q.BD+BV.H}{Q+P+H}=AB.$

Und daraus $BD-AB$ oder $AD=$

$\frac{BD.(Q+P+H)-BD.Q-BV.H}{Q+P+H}$

Der Zähler hievon ist $BD.P+BD.H-BV.H=$ $BD.P+(BD-BV).H=BD.P+DV.H$ also $AD=$ $\frac{BD.P+DV.H}{Q+P+H}$.

Für $H=o$ kommen die Werthe (40).

Man sieht übrigens, daß sich der Werth von AB in den Werth von BD verwandelt, wenn man die Gewichte Q, P, und die Puncte B, D, verwechselt. Dieses hätte man mit einer kleinen Aufmerksamkeit auf die Art, wie diese Werthe müssen bestimmt werden, voraussehen können. So kann man öfters aus einer Grösse, die man durch Rechnung gefunden hat, durch gehörige Verwechselungen eine andere finden, und sich dadurch zuweilen mühsame Rechnungen ersparen.

51. Lehrs. Wenn Kraft und Last P; Q; unmittelbar an den Puncten B; D; des mathematischen Hebels 9. Fig. angebracht und im Gleichgewichte sind, so verhalten sie sich verkehrt wie die Wege, welche jede durchlaufen müßte, wenn sich der Hebel um A drehete.

Bew. Käme der Hebel in die Lage dAb, so wären diese Wege Bb:Dd=AB:AD (Geom. 44. S. 11. Zus.)=Q:P (35).

52. Zus. Wenn βb, dδ, Perpendikel auf BD sind, so müßte die Kraft um jenes sinken, indem die Last um dieses steiget, und dieses Sinken und Steigen verhielte sich wieder verkehrt wie Kraft und Last (Geom. 26. S.).

53. Zus. Sind also Kraft und Last in die Umstände des 51. 52. Art. gesetzt, so erfolgt ein Gleichgewicht, und da dieses Gleichgewicht gleiche Gewalt den Hebel zu drehen voraussetzet, so kann man sagen, es erfodere einerley Gewalt, mit einer geringen

ringen Kraft durch einen grossen Raum zu gehen, und eine grosse Last durch einen sovielmahl geringern Raum zu führen oder zu heben, als die Last grösser ist, oder in gleicher Zeit 100. Pf. durch 2. F. und 200. Pf. durch 1. F. zu erheben.

54. Anm. Dieses ist Cartesens Grundsatz der Statik. (Tract. de Mechanica in R. des Cart. Opusc. posthum.). Eine richtige Folgerung aus dem Erwiesenen, wenigstens für den Hebel, aber nicht offenbahr genug zu einem Grundsatze.

Der Winkelhebel.

55. Aufgabe. Ein Winkel ACB 10. F. läßt sich um seinen Scheitelpunct drehen, ohne daß sich dieser Punct verrückt, oder des Winkels Grösse sich ändert. An den Armen CA; CB; dieses Winkelhebels, oder gebrochenen Hebels, ziehen die Kräfte P, Q, nach AP; BQ, auf die Arme senkrecht; Man sucht ihre Verhältniß für das Gleichgewicht, wenn sich nähmlich der Winkel nach keiner Seite drehen soll.

Aufl. Man beschreibe aus dem Scheitel die Kreise AaA; BbB; und henke an ihren wagrechten Durchmesser aCb die Gewichte p=P; q=Q; Nun üben p und P, gleiche Gewalt aus die grössere Scheibe zu drehen (22). Ist also Q mit P im Gleichgewichte, d. i. verhindert Q, daß P die grosse Scheibe nicht dreht, so ist Q in eben dem Verstande mit p im Gleichgewichte. Und eben so muß P mit q im Gleichgewichte seyn, wenn es mit Q im Gleichgewichte ist. Also ist q mit P im Gleichgewichte; P aber mit einer Kraft, die p entgegengesetzt

gesetzt und gleich wäre, und die grössere Scheibe nach A drehen wollte (22). Diese Kraft wäre mit p selbst im Gleichgewichte, und also ist q mit p im Gleichgewichte.

Nun ist q : p = C a : C b (36) also sind die diesen beyden gleichen Kräfte Q : P = C A : C B.

56. Aufg. Die Kräfte P, Q, wirken in den Winkelhebel, II. F. nach Richtungen AP; BQ, die mit den Armen schiefe Winkel machen: Man verlangt ihre Verhältniß.

Aufl. Man fälle auf die Richtungen die Perpendikel CD; CE: die Kraft P bemühet sich die Ebene ACB nach AP um C zu drehen: Sie würde erhalten werden, wenn man ihr eine gleiche Kraft in A entgegensetzte, die von A nach T zu zöge; diese Kraft aber würde wieder von einer gleichen in D erhalten werden, die von D nach P zu zöge. Also strebet die Kraft P in A vollkommen eben so die Ebene um C zu drehen, wie es eine gleiche Kraft in D nach der Richtung DP angebracht thun würde. Imgleichen strebet die Kraft Q in B, vollkommen so die Ebene um C nach BQ zu drehen, wie eine gleiche Kraft thun würde, die in E nach EQ zöge.

Sind also die Kräfte P, Q, an A, B, im Gleichgewichte, so müssen es auch ihnen gleiche Kräfte an D, E, nach den Richtungen DP, EQ, seyn. Es ist aber (55) CE : CD = die Kraft in D: Kraft in E, also auch CE : CD = P : Q.

57. Zus. Es fällt in die Augen, daß die Kräfte P, Q, zum Theil eine der andern Wirkung hindern,

dern, zum Theil, das was den Punct C vest hält, einen Nagel, z. E. der daselbst eingeschlägen wäre, daß sich der Winkel um ihn drehen muß, drücken.

58. Zus. Die Linie, nach der die Unterstützung in C gedrückt wird; die mittlere Richtung der Kräfte; wird folgendermassen bestimmt: Der Punct A, leidet von der Kraft einerley, sie mag unmittelbar an ihn angebracht seyn, oder nach der Richtung, die sie hat, in jedem andern Puncte dieser Richtung in der Ebene ACB wirken; Sie mag nähmlich an einem Faden oder Stabe, der durch A ginge, nach AP ziehen, oder nach TA stossen (12); Eben das gilt von der Kraft Q Wirkung auf B, wenn nähmlich Kräfte P, Q nach den Richtungen MAP, VBQ in der Ebene AC wirken, so hat jede dieser Kräfte einerley Gewalt, diese Ebene um C zu drehen, in welchem Puncte ihrer Richtung sie angebracht ist.

Dieses zum voraus gesetzt; lasse man beyde Kräfte zusammen in M angebracht seyn, wo die verlängerten Richtungen einander schneiden; so wird ohnstreitig die Wirkung beyder Kräfte zusammen den Punct C nach MC treiben, denn die Richtung, nach der beyde Kräfte zusammen C treiben, geht nothwendig durch den Punct M, in welchem sie beysammen sind, und durch C, der getrieben wird. Da nun die Wirkung der Kräfte einerley bleibt, in welchen Puncten der Linien MP; MQ, man sie anbringt; so wird MC noch die mittlere Richtung seyn, wenn sie auch in A; B; oder irgendwo sonst

in

in diesen Linien angebracht sind, und diese mittlere Richtung wird durch M deßwegen bestimmt, weil dieser Punct der einzige ist, der sich zugleich in beyder Kräfte Richtungen befindet.

59. Zus. Man ziehe CT; CV; mit MB; MA; gleichlaufend; so ist CTD = TMB = CVB (G. 12 S.) also CD : CE = CT : CV (G. 26 S.) = MV : MT (G. 12 S. 3 Z.). Wenn man also auf den Richtungen der Kräfte, von dem Puncte an, wo sie einander schneiden, zwo Linien nimmt, die sich wie die Kräfte verhalten, und das Parallelogramm unter diesen Linien ergänzet, so ist die Diagonale dieses Parallelograms die mittlere Richtung.

Zusammensetzung der Kräfte.

60. Erkl. Kräfte, die nach AP, BQ, wirken, und die man sich also nach dieser Linien Richtung beyde an M vorstellen kann, verhindern einander zwar gegenseitig die Ebene ACB um C zu drehen; wenn sie die Verhältniß (56) haben; aber sie würden doch zusammen jeden Punct der Linie MC, nach MC fortschieben (59). Man kann sich also vorstellen, daß sie in dieser Absicht eben das thun, was eine einzige Kraft, die nach MC wirkte, thun könnte. Diese heißt man die mittlere Kraft, und sagt, sie werde aus den beyden andern, die man äusere nennen kann, zusammengesetzt.

61. Zus. Man stelle sich die Verlängerung von CM als einen Faden Mc 12. F. vor, so würde eine

Kraft

Kraft den Punct M nach Mc ziehen, wenn sie ihn zurückhalten sollte, daß ihn die beyden bisher betrachteten Kräfte nicht nach MC trieben; diese dritte Kraft wäre der mittlern (60) gleich und entgegengesetzt.

62. Aufg. Aus den Grössen und Richtungen der äusern Kräfte, die Grösse der mittlern zu finden.

Aufl. Weil sich MT; MV; wie die beyden äusern Kräfte verhalten (59); so setze man Mc habe die Verhältniß gegen jede der Linien MT, MV; welche die mittlere Kraft gege jede der äusern hat; also stellen diese Linien die Verhältnisse und Richtungen der Kräfte vor, und man sagt z. E. die Kraft Mc, die Kraft MT; welches so viel heißt als: eine Kraft, deren Richtung Mc ist, und die sich zu einer andern Kraft, deren Richtung MT ist verhält wie Mc : MT.

Weil nun die drey Kräfte Mc, MT, MV, einander an M erhalten sollen; so kann man auch Mc, MT, als ein Paar äusere ansehen, aus denen eine mittlere nach Mv entstünde, der MV gleich und entgegengesetzt wäre: Also gibt VM verlängert; Mv die Diagonale des Parallelogramms McvT unter den äusern Kräften Mc, MT; und daher weil sich also v in des Parallelogramms McvT Winkel befindet, so ist vc = MT = CV, und weil eben der Punct in der verlängerten VM ist, so ist MVC = Mvc (G. 12 S. 2. Z.) auch cMv = CMV (G. 8. S. 4. Z.) folglich Mcv = MCV (G. 13. S.)

und

und Mv=MV; Mc=MC (G. 3. S.). Also stellt MC nicht nur die Richtung (59), sondern auch die Grösse der mittlern Kraft zu den beyden äusern MT; MV; vor.

63. Zus. Wenn MC die Richtung einer gewissen Kraft vorstellet, und man um diese Linie als um eine Diagonale ein Parallelogramm MVTC beschreibt, so kann man sich die angenommene Kraft vorstellen, als wäre sie aus zwo Kräften zusammengesetzt, deren Richtungen MT, MV, wären und ihre Grössen zur Grösse der angenommenen Kraft sich wie diese Linien zu MC verhielten. So läßt sich also jede Kraft auf unzählige Arten in zwo äusere zerlegen.

64. Anm. Wenn man MV in MR, VR, und MT in MQ, TQ zerlegt, wo MR, MQ, gleich und entgegengesetzt, VR, TQ, aber mit MC gleichlaufend sind, so läßt sich aus der Geometrie zeigen, daß VR + TQ = MC; nähmlich von jeder der Kräfte MV, MT, ist ein Theil dem Theile der andern entgegengesetzt und hebt ihn auf, und nur der Theil jeder Kraft, der mit MC parallel ist, zieht M nach MC, daher diese beyden Theile zusammen die mittlere Kraft ausmachen, welche sonst kleiner ist als die Summe der beyden äusern Kräfte, weil diese äusern Kräfte nicht ganz zusammen die mittlere ausmachen. Man s. hievon eine Einladungsschrift zu meinen Vorlesungen; Vectis & compositionis virium theoria euidentius exposita. Lipſ. 1753.

65. Zus. Weil MCT = CMV; und MTC + TMV = 2 R (G. 12. S. 2. Z.) also sin MTC = sin TMV (Trigon. 2. Erkl. 2. Zus.) und MTV = MVC

(G.

(G. 12. S. 6. Z.) so ist (Trig. 10. S.)

$MT : MC = \sin CMV : \sin TMV$

$MC : MV = \sin TMV : \sin CMT$ also (Ar. V. 51.)

$MT : MV = \sin CMV : \sin CMT$

für die Verhältnisse der drey Kräfte, welcher Richtungen alle in einer Ebene A C B liegen.

Die trigonometrische Berechnung wird folgendergestalt verführt. Es sind $TM = VC$ und $MV = TC$ nebst ihrem Winkel TMV den ich α nennen will gegeben. So ist im Dreyecke MVC, der nur genannte Winkel $= 2R - \alpha$ und aus ihm und den gegebenen Seiten, die ihn einschliessen, findet man VMC und $VCM = CMT$ (Trig. 15. S.) und MC (das. Zus.).

Exempel. Nach MT zieht eine Kraft von 9. Pf. nach MV eine von 11. Pf., der Winkel $TMV = 55° 49'$. Also nehme man $MT = VC = 9$, $MV = 11$, so ist $TMV = 2R - MVC = VMC + VCM$, also der gesuchten Winkel halbe Summe $= 27° 54'$ aber $MV + VC : MV - VC = 20 : 2 = 10 : 1$ also die Tangente der halben Differenz $= \frac{\text{tang } 27° 54'}{10} = 529472 = \text{tang } 3° 2'$ – also $CMV = 24° 52'$ und VCM oder $CMT = 30° 56'$; auch $\frac{CV . \sin CVM}{\sin CMV}$ oder $MC = 17,70$. Also beträgt die mittlere Kraft 17, 7 Pf. und macht mit den äusern die angezeigten Winkel. Die 12. Fig. stellt dieses Exempel ohngefähr vor.

Allgemeine Formeln lassen sich aus Trig. 19. 20. S. finden. Es sey | MT = VC = p; MV = q; TMV = α; so ist cos MVC = − cos α (Trig. 3. Erkl. 2. Zus.) also nach das. 20. S. Zus. den Sinus totus = 1 gesetzt, (Trig. 19. S. 1. Anmerk.) $MC^2 = p^2 + q^2 + 2pq.\cos\alpha$. Es sey CMV = η, CMT = ζ so ist $\sin\eta = \frac{p.\sin\alpha}{MC}$ also $\cos\eta^2 = \frac{MC^2 - p^2.\ \sin\alpha^2}{MC^2}$ aber $\sin\alpha^2 = 1 - \cos\alpha^2$ also wird der Zähler $MC^2 - p^2 + p^2.\cos\alpha^2$ das ist den vorigen Werth von MC^2 gebraucht $q^2 + 2pq.\cos\alpha + p^2.\cos\alpha^2 = (q + p.\cos\alpha)^2$ (Ar. IIII. 1.) daher $\cos\eta = \frac{q + p.\cos\alpha}{MC}$ folglich $\frac{\cos\eta}{\sin\eta}$ das ist nach (Trig. 4. Erkl. 3. Zus. und 5. Erkl. 2. Zus.)

$$\cot\eta = \frac{q + p.\cos\alpha}{p.\sin\alpha} = \frac{q}{p.\sin\alpha} + \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{q}{p.\sin\alpha} + \cot\alpha.$$

Eben so ist, q und p gehörig verwechselt,

$$\cot\zeta = \frac{p + q.\cos\alpha}{q.\sin\alpha} = \frac{p}{q.\sin\alpha} + \cot\alpha$$

Weil $\frac{1}{\sin\alpha} = \operatorname{cosec}\alpha$ (Trig. 5. Erkl. 1 Zus.) so ist

$$\cot\eta = \frac{q}{p}.\operatorname{cosec}\alpha + \cot\alpha;\ \cot\zeta = \frac{p}{q}.\operatorname{cosec}\alpha + \cot\alpha$$

welches zu leichter wirklicher Berechnung dienen kann, wenn man Tafeln für die Secanten hat. Man muß aber die daselbst befindlichen Zahlen auf den Halbmesser = 1 bringen, d. i. sie mit 10000000 dividiren. Nach vollendeter Rechnung

muß

muß man das Herausgebrachte wieder mit 10000000 multipliciren, da man denn in den Tafeln den gehörigen Winkel dabey finden wird.

Im Exempel ist $\alpha = 55° 49'$, $p = 9$; $q = 11$; also $\cot\eta = \frac{11}{9}$. 1,2088331 + 0,6791742 = 2,1566366 welches mit 10 000 000 multiplicirt und unter den Tangenten aufgesucht als Cotangente zu 24° 52′ + gehört also den Winkel CMV wie vorhin die gemeine trigonometrische Rechnung giebt. Wenn man diese gemeine Rechnung brauchen will, kann man zwar die nur gefundenen Formeln entbehren, sie können aber zu Erfindung allgemeiner Lehrsätze auf andere Art dienlich seyn. Unter den unzählichen Anwendungen der Zusammensetzung der Kräfte, schicken sich hieher am besten die sinnreichen Arten, Gewichte die an Fäden ziehen, mit einander zu vergleichen, gleichsam Wagen aus Fäden zusammenzusetzen, die sich in Newtons Arithmet. vniuers. Probl. Geom. 48; 49; finden. Herr Joh. Wilh. Mylius hat sie, nebst einigen andern ähnlichen in Act. Ac. El. Erford. Scient. vtil. T. I. Art. V. erläutert.

Die Wagen.

66. **Erkl.** Eine **Wage** heißt ein Hebel, damit man wie schwer ein Körper ist, vermittelst eines gewissen **Gegengewichtes** finden kann.

67. Zus. Soll dasselbe allemahl so schwer seyn als der Körper selbst, so muß der Hebel gleicharmicht seyn: er kann aber blos ein geradelinichter (19) oder ein Winkelhebel (56) seyn.

68. **Anm.** Dieses kann man die gleichärmichte Wage (bilanx; libra;) nennen, die Kramerwage ist eigentlich eine von ihren Arten, welche sich durch die verschiedene Schärfe unterscheiden. Die Eigenschaften und der Bau dieser Wagen lassen sich ohne zu grosse Weitläuftigkeit, und zu häufige Figuren hier nicht umständlicher abhandeln. Bey der mündlichen Erläuterung aber soll dieses ersetzt werden.

69. **Zus.** Einerley Gewicht kann in verschiedenen Entfernungen von der Unterlage, mit verschiedenen Lasten, die immer in einerley Stelle angebracht werden, im Gleichgewichte seyn. Dieses gibt die **Schnellwage** (statera); deren Eintheilung nach der Theorie aus (50) leicht herzuleiten ist. Eine praktische Beschreibung giebt Leupolds Leipziger Heuwage. 1718. und in desselben Theatr. statico, 6. C.

Das Räderwerk.

70. **Erkl.** Der Kreis mit CB 10. F. stelle den Querschnitt eines Cylinders vor; dieser Cylinder sey mit den Enden seiner Axe so befestiget, daß er sich um diese Axe mit dem Umfange des Kreises, den CA beschreibt, zugleich drehet; BQ sey ein Seil an irgend einem Puncte in der Fläche des Cylinders bevestiget, so daß es sich durch seine Umdrehung auf ihn aufwinden läßt, und also eine Last, die an Q gebunden wäre, fortziehet. Wenn man nun eine Kraft in dem äusern mit CA beschriebenen Umfange anbringet solchen umzudrehen, und dadurch die Last zu bewegen, so heißt dieses Hebezeug

ein

ein Rad (axis in peritrochio) der Cylinder die Welle.

71. Zus. Der äusere Umfang durch A kann nur durch einen oder etliche in C befestigte Arme beschrieben werden, die z. E. Menschen mit Händen forttreiben können, die Welle mag nun wagrecht liegen, wie bey dem Kreuzhaspel (Sucula), oder lothrecht stehen, wie bey der Winde und dem Göpel (Ergata). Beym Hornhaspel wird der erwähnte äusere Umfang durch eine Kurbel (manubrium) beschrieben, und beym Radhaspel befindet sich ein wirkliches Rad. Abbildungen zeigt die XVIIII. Taf. von Leupolds Theatr. Mach.

72. Zus. Die Verhältnisse der Kraft und Last für das Gleichgewichte, lassen sich aus ihren gegebenen Richtungen (vermittelst 55. 56) bestimmen. Von der Last kann man insgemein annehmen, daß sie nach der Welle Tangente BQ oder bq ziehe; Wirket also die Kraft ebenfalls nach des Rades Tangenten AP, oder ap; so verhalten sich Kraft und Last wie die Halbmesser der Welle und des Rades (55). Wäre aber in der 11. F. CE der Halbmesser einer Welle, an welcher die Last nach EQ zöge, und die Kraft wirkte nach AP schief auf des Rades Halbmesser, so verhielten sie sich wie CE : CD (56) wo CD : CA = sin CDA : sin. tot. ist.

73. Erkl. Bestehet der äusere Umfang durch A wirklich aus einer festen Materie, so läßt sich die Kraft wieder auf verschiedene Arten anbringen. Menschen oder Thiere können darinnen herumgehen oder darauf treten. Man kann eine Schnur

darum legen und das Rad damit herumziehen; Man kann Schaufeln (palmulas) daran machen, die durch den Stoß des Wassers umgetrieben werden; Fällt das Wasser von einer merklichen Höhe frey auf diese Schaufeln herab, so wird ein oberschlächtiges Wasserrad (directa) von ihm ordentlich nach eben der Gegend zu umgetrieben, nach der es herabfällt; fließt es aber unter dem Rade hin, so drehet es ein unterschlächtiges (retrogradam) nach der Gegend zu, wo es herfließt. Bey dem oberschlächtigen wirket wenig Wasser mit einem hohen Falle, bey dem unterschlächtigen mehreres mit geringern Gefälle. Es lassen sich auch noch andere Arten als diese angeben, wie Räder vom Wasser können getrieben werden.

74. Erkl. Sollen verschiedene Räder, die nicht an einer Axe sind, genöthiget seyn, sich zugleich zu bewegen, so müssen Erhöhungen an dem einen, in Vertiefungen an dem andern eingreifen und dieses dadurch fortschieben, wenn sich das erste beweget. Diese Erhöhungen heissen Zähne oder Kammen (dentes; paxilli). Bey dem Sternrade oder Stirnrade liegen sie in der Fläche des Rades selbst nach Richtungen des Halbmessers, aber bey dem Kronrade stehen sie auf dieser Ebene senkrecht.

75. Erkl. Insgemein greift ein Rad in ein anderes ein, das in Vergleichung mit ihm ziemlich klein ist, und ein Getriebe heißt. Dieses hat nicht eben die gewöhnliche Gestalt eines Rades. Oft ist es wie ein Cylinder, in welchen der Länge

nach

nach Vertiefungen sind gemacht worden, jenes Rades Zähne einzunehmen. Bey den hölzernen Mühlrädern, bestehet es aus zwo Scheiben, welche die beyden Grundflächen eines Cylinders vorstellen und mit Triebstöcken zusammengefügt sind. Man heißt es da auch einen Trilling.

76. Anm. Wenn die Zähne des Rades und des Getriebes sich an einander hinschieben sollen, daß immer zusammengehörige Theile des Zahnes und des Triebstocks an einander passen; so müssen sie besondere Gestalten haben, die sich nur durch die höhere Geometrie bestimmen lassen. S. auch de la Hire; de l'usage des epicycloides dans les mecaniques in s. oeuvres diverses die den 9. Theil von den Memoires de l'Acad. Roy. des Sc. depuis 1666. jusqu'à 1699 ausmachen. Euler de aptiss. fig. rot. dentib. tribuenda Comm. nou. Petrop. T. V. Die Verzeichnungen der Zähne, welche man bey practischen Schriftstellern, als Leupold Theatr. Mach. Gen. §. 85. Beyer Mühlenschauplatz VII. Cap. 15. §. Leutmann von Uhren §. 45. findet, beruhen auf keiner Theorie, und zeigen ihre Unrichtigkeit in der Ausübung genugsam, weil Rad und Getriebe, die nach solchen Regeln gemacht worden, so lange schutternd und stossend an einander gehen, bis sich die Zähne an einander abgeschliffen und einander gegenseitig selbst die gehörige Gestalt gegeben haben. Nach Leibnizens Berichte, Misc. Ber. p. 315. hat Römer diese Gestalt erfunden. Ihre Wichtigkeit und Brauchbarkeit im grossen, kann man bey Maschinen des Herrn Bergraths Borlachs in den Salzwerken zu Kösen bey Naumburg sehen.

77. Aufg. An der Welle A hänge die Last P 13. F. das Rad Q sey an eben diese Welle befestiget, und greife in das Getriebe B ein, mit dem das Rad R eine Welle habe; R greife in das Getriebe C ein, mit dem das Rad S eine

Welle haben; u. s. w. Man verlangt die Kraft zu wissen, welche P nach der Tangente des letzten Rades erhalten wird. Die Halbmesser der Getriebe und Räder sind gegeben.

Aufl. Man dividire den Halbmesser der Welle A durch den Halbmesser des Rades Q; und so jedes Getriebes Halbmesser durch des Rades Halbmesser, das mit ihm eine Welle hat. Das Product aus allen diesen Quotienten multiplicire man in die Last, so gibt sich die Kraft.

Bew. Die kleinen Buchstaben a; q u. s. w. sollen die Halbmesser anzeigen; so wird P nach des Rades Q Tangente von einer Kraft $\frac{a}{q}$. P erhalten (72). Mit dieser Gewalt also wirkt des Rades Q Zahn an den Triebstock von B der ihm im Wege ist: Also ist es so viel, als wäre P nicht vorhanden, aber an B hinge die Last $\frac{a}{q}$ P; diese nun würde nach der Tangente des Rades R, mit einer Kraft $\frac{b}{r} \cdot \frac{a}{q}$. P erhalten; Man kann also diese Kraft wieder als eine Last an dem Getriebe C ansehen, die nach der Tangente des Rades S von einer Kraft $= \frac{c}{s} \cdot \frac{b}{r} \cdot \frac{a}{q}$. P erhalten würde u. s. w.

78. Aufg. Wenn P mit einer gegebenen Kraft F soll erhalten werden, die Verhältnisse

nisse der Räder zu ihren Wellen oder Getrieben zu finden.

Aufl. Den Bruch, welcher anzeigt, was für ein Stück die Kraft von der Last seyn soll, zerfälle man in soviel Factoren, soviel man Räder machen will. Die Zähler der Factoren sind der Wellen und die Nenner der Räder Halbmesser (77).

Exempel. Es soll $F = \frac{21}{100} P$ seyn. Nun ist $\frac{21}{100} = \frac{3}{4} \cdot \frac{7}{25} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{7}{10}$; Also kann man F folgendergestalt anbringen

I) gleich am Rande Q wo a = 21; q = 100;
II) an R wo a = 3; q = 4; b = 7; r = 25;
III) an S wo a = 1; q = 2; b = 3; r = 5; c = 7; s = 10;

79. Anm. Wenn man mehr Räder macht, kann jedes Rades Durchmesser, seiner Welle Durchmesser weniger mahl enthalten. Da nun die Wellen nothwendig eine gewisse Dicke haben müssen, weil sie Lasten tragen sollen, so brauchen die Räder nicht so groß zu seyn, wenn ihrer viel, als wenn ihrer nur wenig sind.

80. Lehrs. Wenn die Kraft AP 10. F. das Rad herumdrehet, und dadurch die Last q hebet; so verhält sich der Raum, den die Kraft durchläuft, zum Raume, den die Last durchläuft, wie CA : CB.

Bew. Indem des Rades Halbmesser CA in die Lage Ca kömmt, so kömmt der Welle Halbmesser Cb in die Lage CB so daß aCB = ACb und also aCA = bCB; die Last also, die man sich an einem Seile, das um die Welle gewunden ist, von b herabhängend vorstellen kann, verändert ihre

Stelle um die Länge des Bogens bB, in dem sich so viel von dem Seile, als einen Bogen von dieser Länge bedeckt, auf die Welle aufwindet. Die Kraft aber muß ihre Stelle um den Bogen Aa verändern; und diese beyden ähnlichen Bogen verhalten sich wie ihre Halbmesser (Geom. 44. S. 4. Zus.).

81. Zus. Der Raum der Kraft verhält sich zum Raume der Last wie die Last zu der erhaltenden Kraft (72) wie (51).

82. Aufg. Aus den gegebenen Mengen der Zähne im Rade Q 13. F. und der Triebstöcke im Getriebe B; zu berechnen, wie vielmahl das Getriebe herumkömmt, indem das Rad einmahl herumkömmt.

Aufl. Weil jeder Zahn des Rades einen Triebstock vor sich fortstößt; so sind alle Triebstöcke fortgestossen, d. i. das Getriebe ist einmahl herum, wenn so viel Zähne des Rades fortgegangen sind als es Triebstöcke gibt. Bey einer Umdrehung des Rades dreht sich also das Getriebe so vielmahl, so vielmahl seine Stöcke in der Menge der Zähne enthalten sind; folglich muß man, diese Umdrehungen zu finden, die letztere Menge mit der ersten dividiren.

Exempel. Sind 30 Zähne und 6 Triebstöcke, so gibt eine Umdrehung des Rades $\frac{1}{6}° = 5$ Umdrehungen des Getriebes.

83. Anm. Wenn die Menge der Zähne von der Menge der Triebstöcke gemessen wird, so kommen an einen Triebstock immer nur wenig, einerley Zähne; als im Exempel,

pel, an den ersten Triebstock der 1; 6; 11; 16; 21; 26; Zahn und kein anderer. Nähmlich wenn die Zahl der Triebstöcke n ist, so kömmt an den ersten Triebstock n; 1 + n; 1 + 2n; 1 + 3n... u.s.f. Zahn, und hier ist 1 + 6n = 31 aber der 31 Zahn ist wieder der erste. Wären aber 31 Zähne, so kämen an dem ersten Triebstock nach und nach folgende Zähne 1; 6; 11; 16; 21; 26; 31; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 4; 9; 14; 19; 24; 29; 3; 8; 13; 18; 23; 28; 2; Nun ist es vortheilhafter, wenn mehr Zähne an einerley Triebstock kommen, als wenn solches nur wenigen wiederfähret, weil sich diese Theile dadurch besser an einander abschleifen und ihre Gestalt vollkommener machen. Zu dieser Absicht würde es am besten seyn, wenn die Zahlen der Triebstöcke und Zähne kein gemeinschaftliches Maas hätten, (numeri primi inter se) weil es aber einige Schwierigkeit hat; ein Rad in eine grosse Anzahl Zähne einzutheilen, die sich nicht dividiren läßt; so wählet man andere Zahlen, bey denen doch viel Zähne an einen Triebstock kommen. De la Hire, der diese Erinnerung Traité de Mecan. Pr. 71. macht (in der 76. angef. Sammlung, 155 S.) schlägt für die Zahlen der Triebstöcke 6; 8; 10; und für die Räder 48; 60; vor.

84. Aufg. **Wenn in der 13. F. die Zahlen der Zähne und Triebstöcke gegeben sind, zu finden, wieviel Umdrehungen des letzten Rades, auf eine des ersten gehen.**

Aufl. Die griechischen Buchstaben α; β; γ; $\varkappa$; ϱ; σ sollen diese Zahlen bedeuten; also giebt eine Umdrehung des ersten Rades $\frac{\varkappa}{\beta}$ des zweyten; und eine des zweyten $\frac{\varrho}{\gamma}$ des dritten; also eine des ersten, $\frac{\varkappa}{\beta}\frac{\varrho}{\gamma}$ des dritten; folglich kömmt die Menge

ge der Umdrehungen des letzten Rades heraus, wenn man ein Product aus allen Quotienten macht, die jedes Rad durch das Getriebe dividirt gibt, in das es eingreift.

85. Zus. Zu machen, daß ein gewisses Getriebe, in der Zeit eine gegebene Menge von Umdrehungen macht, in der ein Rad eine Umdrehung macht, zerfälle man die gegebene Menge in soviel Factoren, als man Getriebe haben will. Jeder Factor gibt den Quotienten, der herauskömmt, wenn man ein Rad durch das Getriebe, in das es eingreift, dividiret.

Exempel. Das Getriebe soll bey einer Umdrehung des ersten Rades 60mahl herumgehen. I) Man behalte 60 ganz, so muß das erste Rad 60mahl mehr Zähne haben, als sein Getriebe: und es ist nur ein Getriebe nöthig. II) Weil $60 = 6.10$. so lasse man das erste Rad Q in ein Getriebe B 13. F. eingreifen, daß $\frac{\alpha}{\beta} = 6$; und das zweyte Rad R, in ein Getriebe C daß $\frac{\varrho}{\gamma} = 10$; III) weil $60 = 3.4.5$. so mache man drey Getriebe, die sich zu den Rädern, welche in sie eingreifen, wie 3; 4; 5; verhalten.

86. Anm. Die Zahl der Triebstöcke läßt sich, wenn die Bewegung ordentlich fortgehen soll, nicht wohl unter 5 oder 6 nehmen; dieses bestimmt also die Zahl der Zähne. Nimmt man jene durchgängig 6; so bekömmt im Exempel, bey I das eine Rad 360 Zähne, bey II das erste Rad 36; und das zweyte 60; bey III das erste 18; das

zweyte

zweyte 24; das dritte 30; Je mehr man also Räder macht, destoweniger Zähne darf man jedem geben, und desto kleiner kann man jedes machen. Also kann man wieder durch Vermehrung der Räder die Maschine kleiner machen wie in 79.

Von Scheiben und Kloben.

87. Aufg. **Um** eine Scheibe 14. Fig. deren Mittelpunct C, der Halbmesser CA=CB ist, gehe das Seil EBAF so daß EB; AF, Tangenten sind: Am Mittelpuncte C hänge eine Last P herab; des Seiles Theil EB sey in E an einem Nagel fest, aber der AF werde nach dieser Richtung von einer Kraft F gespannt. Man verlangt die Verhältniß F:P zu wissen.

Aufl. Der Punct C wird nach CP zu sinken von zwo Kräften gehindert, die nach BE; AF; ziehen: Also müssen dieser beyden Kräfte Richtungen einander in CP schneiden, damit, wenn solches in O geschieht, die drey Kräfte nach OP; OE; OA im Gleichgewichte sind. Folglich sind OA, OB als Tangenten aus einem Puncte gleich, und die Verticallinie OC, halbirt den Winkel AOB, also ist (G. 9. S. 5. Z.) BA wagrecht. Wenn nun die Kraft nach AF; oder die Last P eine Ueberwucht bekömmt, so kann sich die Scheibe den ersten Augenblick nicht anders als um B drehen. Also kann man sich BA als einen Hebel vorstellen, an den die Last senkrecht nach DP; die Kraft aber nach AF in A wirkt, und wo der Ruhepunct in B ist. Man lasse BQ auf AF senkrecht, so ist für das Gleichgewicht F.BQ=P.BD (55) aber CA; BQ, sind

pa-

parallel, also CA : AD = AB : BQ; d. i. BQ = $\frac{AB.AD}{CA}$; und AD = BD; also $\frac{F.AB.BD}{CA}$ = P. BD; oder F. AB = P. CA oder F : P = CA : AB.

88. Zus. Wenn EB; AF, parallel, also beyde vertical sind, so wird AB = 2. CA und F = $\frac{1}{2}$ P.

89. Anm. Es erhellt nehmlich, daß ein Theil der Last das Seil BE spannet, und also vom Nagel E, folglich nicht von der Kraft F gehalten wird. Allemahl theilt sich die Last solchergestalt unter die Seile BE: AF, gleich ein, weil sie solche gleichstark spannt. Die Kraft trägt also allemahl so viel als der Nagel. Wenn die Seile schief von der Last gespannt werden, so beträgt diese Spannung mehr als die ganze Last; oder zwo Kräfte, die nach OF; OE, ziehen, müssen in ihrer Summe mehr betragen als die Last P. (64) also beträgt jede mehr als die halbe Last. Sind aber BE; AF, lothrecht, so ist es soviel, als würde die Last an einem Seile gehalten, an dem sie gerade herabhinge; da braucht die Summe beyder Kräfte nur der Last gleich zu seyn, und jede ist der Last Hälfte. Das Gewicht der Scheibe wird beyseite gesetzt, oder muß mit zur Last gerechnet werden.

90. Erkl. Eine Anzahl Rollen A; B; C; 15. F. werden dergestalt mit einander verbunden, daß sich jede für sich um ihre Axe drehen, aber keine ohne die andere fortrücken kann. Eine solche Zusammenfügung heißt eine **Flasche**. Die genannte ist in der Figur die **untere**, und eine andere **obere** enthält eben so die Rollen a; b; c; die obere hängt vermittelst eines Hakens Z, an einer zulänglich festen Unterstützung. An einem andern Hacken F, der hier an der obern ist, fängt sich ein Seil an,

und

und geht nach der Richtung FGHIKLMNOPQRS wechselsweise von einer Rolle der untern Flasche auf eine der obern, und umgekehrt. Eine solche Verbindung heißt man einen Flaschenzug oder Kloben.

91. Zus. Wenn die erste Rolle, um welche das Seil geht, wie in der Figur eine untere ist; und das Ende des Seiles RS herunterwärts gehen soll, so müssen soviel obere Rollen als untere seyn; soll aber das Ende des Seiles aufwärts gehen, als wenn es PQ wäre, so ist oben eine Rolle, (hier c) weniger nöthig als unten. Geht aber das Seil zuerst um eine obere Rolle, in welcher Absicht der Haaken F sich an der untern Flasche befinden müßte, so sind gleichviel Rollen oben und unten nöthig, wenn das Ende des Seils hinaufwärts gehen, und oben eine mehr als unten, wenn das Ende herunterwärts gehen soll: Dieser Fall ist nähmlich der vorige, nur unten und oben verwechselt.

92. Anm. Es gibt noch verschiedene Arten die Flaschen zusammen zu ordnen, die man sich aus practischen Schriftstellern bekannt machen muß.

93. Zus. Weil die obere Flasche nicht weichen kann, so kömmt die Wirkung der Last E, die an der Linie durch die Axen der Rollen herabhängt, eigentlich darauf an, die untere Flasche herabzuziehen. Die Rollen der obern dienen nähmlich nur die Richtungen der Seile gehörig zu ändern. Indem nun die Last solchergestalt herabziehet, so werden alle Stricke gespannt, und jede der untern Rollen wird von beyden Seilen getragen, die um sie gehen, z. E.

C von NO; QP; Man kann sich also vorstellen, jede Rolle wäre mit einem Theile des Gewichtes E beschwert, welcher Theil sich alsdenn unter die beyden Seile, welche die Rolle tragen, gleich eintheilen würde, weil die Seile parallel gehen (89). Man kann sich also an der Rolle A eine gewisse Last vorstellen, welche die Seile, FG, und das, das von ihr nach H hinaufgeht, herabziehen will; an der Rolle B ebenfalls eine Last, welche die Seile IK, ML, herabziehen will. Bestrebte sich nun die Last an B, das Seil IK stärker herabzuziehen, als die Last an A sich bestrebt, das Seil, das von A nach H hinaufgeht, herabzuziehen, so würde das letztere Seil nachgeben, und dem Seile IK, das fortgezogen würde, folgen müssen; gegentheils müßte das Seil IK dem andern folgen, wenn die Last an A ihre Seile stärker zöge. Man muß also annehmen, daß die Rolle A ihre Seile so stark ziehet als die Rolle B die ihrigen, d. i. daß beyde mit gleichen Lasten beschweret sind: Eben so erhellet, daß C ihre Seile ON, PQ, so stark herabziehen muß als jede der andern beyden Rollen die ihrigen, denn würde ON stärker oder schwächer herabgezogen als ML, so müßte LM oder ON nachgeben. Folglich kann man sich vorstellen, die Last E, sey unter alle untere Rollen gleich eingetheilet, und jede trage davon einen Theil, der herauskömmt, wenn man die Last mit der Zahl der Rollen dividirt, z. E. in der Figur den dritten Theil. Jeder Strick von denen, die um die untern Rollen herumgehen, wird also halb so viel von der Last tragen; wollte man den

letzten PQ, der von der niedrigsten der untern Rolle hinaufgeht, erhalten, so brauchte man dazu nur den Theil der Last der herauskömmt, wenn man die ganze mit der doppelten Zahl der untern Rollen dividirt. Und weil dieses Seil PQ um die oberste Rolle LC geführt nach RS mit eben der Kraft erhalten wird, mit der es nach PQ erhalten würde; so ist die Kraft, welche an S die Last in E erhält, das, was herauskömmt, wenn man die Last mit der doppelten Zahl der untern Rollen, d. i. mit der Zahl der Seile, die um sie gehen, dividirt. Ist also die Zahl dieser Rollen = n; die Kraft Y; die Last E; so ist Y : E = 1 : 2 n.

94. Zus. Soll die Last um einen gewissen Raum = r gehoben werden, so muß sich jeder Strick FG; IK; LM; NO; u. s. f. von denen, die um die untern Rollen gehen, um soviel verkürzen; und diese Verkürzungen kommen alle an dem äussersten Ende RS zusammen, und betragen da eine Länge 2 n r; Um soviel also muß die Kraft fortrücken, wenn sie die Last um r erheben, und selbst immer in einem Puncte des Seiles RS feste bleiben soll; daß sich also hier die Wege der Last und der Kraft auch verhalten wie (81).

Von der schiefen Fläche.

95. Aufg. Auf der Ebene GD$\delta\gamma$, welche den Horizont in Dδ unter dem schiefen Winkel GDB = $\gamma\delta\beta$ schneidet 16. F. liegt eine Last M. Es fragt sich, was für einen Weg solche,

vermöge ihrer Schwere, auf der Ebene nehmen wird.

Aufl. Die Gewalt der Schwere treibt die Last nach der Richtung IMH, welche auf den Horizont senkrecht ist. Man zerlege diese Kraft in zwo andere, deren eine auf die schiefe Ebene senkrecht, die andere mit ihr gleichlaufend wirkt, alle beyde aber mit der Richtung der Schwere in einer Ebene liegen. Der erste Theil wird von der Ebene, auf welcher er senkrecht stehet, völlig aufgehalten; also bleibt nur der zweyte übrig. Nun steht die Ebene, in welcher die Richtungen dieser drey Kräfte sind, zugleich auf den Horizont und auf die schiefe Ebene senkrecht (G. 47. S.), also steht der Durchschnitt des Horizonts und der schiefen Ebene auf ihr senkrecht (G. 48. S.); und weil der Weg, den der Körper auf der schiefen Ebene nimmt, sich nach dem vorhin genannten zweyten Theile von denen, in welche die Schwere zerlegt wird, richten muß; so befindet er sich in der Ebene der erwähnten drey Kräfte; und macht also mit dem Durchschnitte der schiefen Ebene und des Horizontes rechte Winkel. Man findet also diesen Weg MN wenn man von M auf D δ ein Perpendikel zieht.

96. Zus. Wenn H im Horizonte ist, so ist MNH der Ebene Neigungswinkel gegen den Horizont; und was den Körper hindern soll zu fallen, muß ihn von M in der Ebene MNH hinaufwärts zu treiben suchen. Eine Kraft, die in M aber nach einer Richtung auser der Ebene MNH angebracht

würde,

würde, hielte ihn nicht ab, sich nach MN zu senken.

97. Zus. Wenn Kraft und Last auf einer schiefen Ebene einander im Gleichgewichte erhalten, so müssen sich beyde in einer lothrechten Ebene befinden, die auf den Durchschnitt der schiefen Ebene mit dem Horizonte senkrecht stehet, oder die Ebene des Neigungswinkels dieser schiefen Ebene ist. Also kann man sich statt der schiefen Ebene 16. F. das Dreyeck BDG 17. F. vorstellen, wo D die Neigung derselben gegen den Horizont, und G ihr Winkel mit einer lothrechten Ebene ist, die auf der Ebene GBD senkrecht steht; GD ist hier, was vorhin 16. F. die Linie MN war.

98. Zus. M sey der Schwerpunct eines Körpers, der auf der schiefen Ebene BGD 17. F. liegt, und CMLH eine Verticallinie durch ihn. Wenn der Körper vermöge seiner Schwere nicht sinken soll, so muß der Punct M gehindert werden zu sinken, (48) er wird aber gehindert, wenn jeder Punct des Körpers C in der erwähnten Verticallinie gehalten wird, daß er seine Stelle nicht verlassen kann. Was nun allein den Punct C halten soll, daß er nicht in der Verticallinie gerade herabsinkt, das muß die ganze Last des Körpers erhalten, oder man kann sich vorstellen, die ganze Last = Q ziehe den Punct C nach CH herunter. Diese Gewalt, welche nach CH wirkt, kann man als aus zwoen zusammengesetzt ansehen, deren eine nach CI auf die Ebene senkrecht, die andere nach CW mit der Ebe-

ne gleichlaufend gerichtet ist. Wenn nun CI so fällt, daß der Körper die Ebene in dem Puncte I selbst berühret, oder daß dieser Punct wenigstens in der verticalen Ebene durch CI, auf beyden Seiten Theile des Körpers hat, welche die Ebene GD berühren, so kann C nach CI nicht weichen; und die einzige Bewegung also, die er machen kann, ist nach CLH; was diese hindert, hält auf der schiefen Ebene C; und folglich den Körper unbeweglich. Man drücke nun die ganze Last des Körpers Q; durch CL aus, so werden die senkrechte und die gleichlaufende Kraft durch CI und IL ausgedrückt. Jene nähmlich heisse S; diese F so ist $F : Q = IL : CL = \sin D : 1$ weil $ICL = D$; und $S : Q = CI : CL = \cos D : 1$. Zieht also eine Kraft $= Q . \sin D$ nach CV mit DG gleichlaufend, so erhält sie die Last auf der schiefen Ebene, und diese Ebene leidet von der Last einen Druck $= Q . \cos D$. Alsdenn nähmlich entsteht aus den beyden Kräften, die an C nach CL und CV wirken, eine dritte nach CI die von der Ebene völlig aufgehalten wird. Es muß aber die Richtung dieser dritten Kraft innerhalb des Grundes fallen, auf dem der Körper auf der schiefen Ebene ruhet, wie die Directionslinie eines Körpers, der nicht sinken soll, innerhalb seines Grundes fallen muß (48).

99. Aufg. Es sey 18. Fig. alles wie vorhin, nur ziehe den Körper eine Kraft P, nach der Richtung CV die GD in A schneidet. Man fragt nach der Verhältniß $P : Q$ und $S : Q$ wenn S wieder den Druck bedeutet, den die Ebene hier leidet.

Auflös.

Auflöſ. Die beyden Kräfte Q, und P, nach CL und CV, müſſen wieder eine dritte Kraft machen, deren Richtung CI, iſt; Man drücke wiederum die Laſt Q durch CL aus, und ziehe durch L mit CV eine Parallele, welche CI in E ſchneidet, ſo iſt $Q : P = CL : LE = \sin CEL : \sin ECL$; $S : Q = CE : CL = \sin CLE : \sin CEL$ aber $CEL = ACE = R - CAD = ACL - ECL$ und $ECL = R - CLI = D$ auch $ELC = 2R - ACL$; Nennt man alſo der Kürze wegen den Winkel CAD, den die Richtung der Kraft mit GD macht, A; und C den Winkel ACL, den dieſe Richtung mit der Verticallinie macht, ſo iſt

$Q : P = \cos A : \sin D = \sin (C - D) : \sin D$

$S : Q = \sin C : \sin (C - D)$ alſo

$S : P = \sin C : \sin D$

100. Anm. Die Figur nimmt an, die Richtung der Kraft ſtoſſe mit GD in A über I zuſammen. Alle dieſe Schlüſſe aber bleiben noch, wenn der Durchſchnitt beyder Linien in a unter I, nähmlich nach D zu von I gerechnet, fällt, oder die Richtung der Kraft $C\alpha$ iſt; wie man ſich leicht überzeugen wird, wenn man die Figur für dieſen Fall entwirft. Zwiſchen dieſen beyden Fällen iſt der (98) das Mittel, und für ihn iſt $CAD = 0$, alſo $\cos CAD = 1$, welches die vorhin gefundene Proportion gibt. Auſerdem verſteht ſich, daß die Kraft dergeſtalt gerichtet ſeyn muß, daß ſie dem Sinken der Laſt hinderlich iſt. Wenn die Richtung der Kraft in die Verlängerung von HM fällt, ſo fällt A in L, und alſo iſt $MAD = MLD$ und, das Verneinungszeichen (Trigon. 3. Erkl. 2. Z.) beyſeite geſetzt, $\cos CLD = \cos HLD = \sin D$, und $Q = P$ wie ohnedieß in die Augen fällt.

101. Zus. Wenn man die nur gefundene Proportion (99) mit der $Q:F = 1:\sin D$ (98) verbindet, so ist (Ar. 50.) $P:F = 1:\cos A$; also allemahl $P > F$; oder die geringste Kraft, die den Körper auf der Ebene erhalten kann, ist die, welche mit der Ebene parallel wirket.

102. Anm. Diese Kraft F nähmlich, thut schlechterdings nichts mehr, als die Kraft IL 17. F. die man grauitatem respectiuam, wie CL absolutam heißt, zu hindern. In jeder andern Richtung thut die Kraft P mehr. Wirkt sie nach einem spitzigen Winkel ACH, so drückt sie den Körper stärker an die Ebene an, als ihn die Schwere allein würde angedrückt haben. Nähmlich der Druck des Körpers auf die Ebene ist bey einerley Gewichte CL in der 17. F. CI, und in der 18. CE. Wirkt sie in einen stumpfen Winkel nach Cα so vermindert sie den Druck CI 17. F. wie erhellet, wenn man mit Cα durch L eine Parallele zöge, d. i. sie sucht den Körper von der Ebene abzuheben, und läßt ihn nicht soviel darauf ruhen als F.

103. Zus. Wenn CA mit DB gleichlaufend ist, so ist $CAD = D$; also $\cos CAD = \sin G$; und $P:Q = \sin D:\sin G = GB:BD$ oder wie die Höhe zur Grundlinie.

104. Anm. Man ziehe durch C 17. Fig. eine Horizontallinie, die DG in X schneide, und eine Verticallinie durch X schneide CV in Y; so ist XV die Höhe, um welche die Last ist gehoben worden, indem sich die Kraft um CY fortbeweget hat. Es verhält sich aber $CY:XY = DG:GB = Q:F$ (98) eben wie in 94. In 99 läßt sich dieses nicht anbringen; daß man auf diese Art die Wege der Kraft und der Last vergleiche; wegen (102).

105. Anm. Ein Keil heißt ein dreyeckigtes Prisma, von dem zwo Seitenflächen, die einen spitzigen Winkel mit einander machen, durch eine Gewalt, die auf die dritte

Sei-

Seitenfläche wirket, z. E. durch Schläge zwischen Dinge getrieben werden, die dadurch von einander gesondert werden; z. E. zwischen Holz, das man spalten will. Man kann ihn also als zwo schiefe Flächen ansehen, die mit ihren Grundflächen aneinander gefügt wären, und insgemein nimmt man diese beyden Flächen gleich und in ähnlicher Lage gegen die gemeinschaftliche Grundfläche an, daß des Keiles Grundflächen gleichschenklichte Dreyecke werden. Die Schriftsteller haben das Vermögen des Keiles, oder die Verhältniß der Kraft, welche auf die dritte Seitenfläche wirkt, zu dem Wiederstande, den die beyden andern Seitenflächen haben sollen, auf so verschiedene Art bestimmt, daß die Schwürigkeit, die grosse Mathematikverständige gefunden, sich darüber zu vereinigen, mich zum Theile schon entschuldigen wird, wenn ich Anfängern diese Untersuchung nicht vortragen will. Noch mehr aber werde ich ohne Zweifel dadurch entschuldiget seyn, daß in den wenigsten Fällen, wo der Keil vorkömmt, die Umstände vorhauden sind, die man bey ihm voraussetzet. Zwar bey den Gewölbsteinen, wirken nur todte Kräfte in die Keile, aber Holz zu spalten, Lasten etwas zu erheben, u. s. w. werden Schläge auf den Keil gethan, die sich nach den Gesetzen der blossen Statik nicht beurtheilen lassen (1. und Vorerinn. 12.). Fast nie wirkt er ohne ein gewaltiges Reiben, die Gewalt, mit welcher das gespaltene Holz u. d. g. wieder zusammengehen will, ist schwer zu bestimmen, und noch schwerer die Art, wie diese Gewalt auf den Keil wirkt. Ich mißbillige es gar nicht, wenn Mathematikverständige zu Erweiterung ihrer Einsicht, sich die Sachen anfangs viel einfacher vorstellen als sie wirklich sind, um nach und nach dadurch in den Stand zu kommen, daß sie mehr zusammengesetzte Fälle untersuchen können; Man verfährt überall mit Nutzen so, und bey dem Hebel ist im Anfange der Statik eine Probe dieses Verfahrens gegeben worden: Aber doch glaube ich, nach den Umständen, in denen sich die Theorie des Keils jetzo befindet, können sich Anfänger damit begnügen, daß sie über-

haupt aus den Gesetzen schiefliegender Flächen einsehen, ein spitziger Keil habe mehr Vermögen als ein stumpfer, und wenn sie den Nutzen einer vollkommenen Kenntniß, z. E. bey Gewölbern, einsehen lernen, so wird sie dieses anreizen sich in Untersuchungen einzulassen, die hier zu weitläuftig sind. Meiner Einsicht nach ist die Lehre vom Keile in des gelehrten Hrn. Georg Friedr. Bärmanns, der Math. Prof. zu Wittenberg, Disputation de cuneo Wittenb. 1751. am allgemeinsten abgehandelt, wo auch die Gedanken der übrigen Schriftsteller von dieser Sache erzählet werden. Ein Aufsatz von Joh. Bernoulli Op. T. IIII. n. 147. läßt sich ebenfalls hiebey zu Rathe ziehen.

Von der Schraube.

106. **Erkl.** Wenn ein rechtwinklichtes Dreyeck wie BGD 19. Fig. an die Fläche eines senkrechten Cylinders dergestalt gelegt wird, daß die Grundlinie BD in den Kreisbogen PT dessen Mittelpunct O ist, kömmt; BG aber die Linie PQ, welche in eine Seite des Cylinders fällt, deckt, und GD sich in QT krümmt, so verzeichnet QT auf der Fläche des Cylinders einen **Schraubengang**. Der Cylinder selbst heißt die **Spindel**, und des Kreises, von dem PT ein Bogen ist, **Umfang**, der Spindel **Umfang**. Ist BD dem ganzen Umfange der Spindel gleich, so gibt BG = PQ; die Höhe eines Schraubenganges oder die **Weite der Gänge**.

107. **Erkl.** Nachdem man QT auf der erhabenen oder auf der hohlen Seite der cylindrischen Fläche verzeichnet betrachtet, entstehet die äusere oder die innere Schraube (cochlea mas & femina), die letzte heißt auch die **Schraubenmutter**.

108. Zus.

108. Zus. Man nehme das Element Bb = Pp und ziehe bg mit BG parallel, so decken die Ebenen BGgb; PQqp einander; Also macht der Umfang des Schraubengangs QT; in jedem Puncte Q, mit PQ einen Winkel PQq = G = R – D und wenn man qz; gf, mit pP; bB, gleichlaufend und gleich zieht, so ist qz = gf; Qz = Gf; Qq = Gg.

109. Anm. Wenn man Qq verlängert, bis sie den Horizont in E schneidet, so muß E im Durchschnitte des Horizontes und der Ebene PQqp seyn, weil die ganze QE in dieser Ebene ist; Aber in diesem Durchschnitte ist Pp; also fällt E in die verlängerte Pp; d. i. in die Tangente der Grundfläche bey P; Es ist ferner Qz : zq = QP : PE; d. i. Gf : fg = BG : PE; Aber auch Gf : fg = BG : BD; also PE = BD = dem Bogen PT. Nähmlich PQE ist das Dreyeck BGD an den Cylinder so gelegt, daß es um ihn kann gewickelt werden.

110. Zus. Man setze, auf dem Schraubengange liege eine Last M; welche so gehalten wird, daß sie nicht längst desselben hinunter von Q nach T sinken kann; Greift nun eine Kraft an den Umfang der Spindel und drehet solche von P nach T zu, so muß die Last auf dem Schraubengange in die Höhe steigen; wenn sie z. E. anfangs in T lag, so erhebet sie sich um die Höhe PQ in dem die Spindel, soviel als der Winkel POT beträgt, herumgedrehet wird, und folglich um die ganze Höhe eines Schraubenganges, indem die Spindel ringsherum gedrehet wird, daß der Punct P einen ganzen Kreis durchläuft; Ist es also allgemein wahr, was wir 104. 94. 81. 51. gesehen haben, daß sich die Last zu der erhaltenden Kraft beym Gleichgewichte verhält,

wie der Raum um den die Last gehoben wird, zu dem Raume den die Kraft in gleicher Zeit bey einer wirklichen und gleichförmigen Bewegung durchläuft, so verhält sich bey der Schraube die Last zu der erhaltenden Kraft, wie der Umfang der Spindel, zu der Höhe des Schraubenganges, oder der Weite der Gänge; d. i. wie BD:BG 19. Fig.

111. Anm. Ich begnüge mich, diese Berechnung, wie sie durchgängig gelehret wird, mitzutheilen. Die Untersuchung, ob das, worauf sie sich gründet, wirklich allgemein sey; und die vollständige Anwendung dieses Satzes auf die Schraube ist mir nach reifer Ueberlegung zu weitläuftig und für Anfänger zu schwer vorgekommen, besonders, wenn man noch betrachten wollte, daß die Last nicht eben auf der Linie QT sondern auf einer krummen Fläche gehoben wird, deren äuserste Gränze QT ist; und die sehr verschiedene Gestalten haben kann, ja die niemahls in allen ihren Theilen mit dem Horizonte den Winkel BDG macht, daß man sich die Schraubenfläche etwa wie die schiefe Ebene GDγδ 16 F. um eine Spindel geführt vorstellen könnte. Schriftsteller, welche die Sache so abbilden, z. E. Leupold Theatr. mach. gen. 114. §. haben nicht zulänglich überdacht, was einer Ebene wie GDγδ wiederfahren muß, wenn sie solchergestalt gewunden wird. Da aber auserdem das Reiben bey der Schraube allezeit sehr beträchtlich ist, und man dieserwegen, und aus andern Ursachen nie erwarten kann, daß bey ihrem wirklichen Gebrauche die Erfahrung mit einer theoretischen Rechnung, die sich aus den bisher mitgetheilten Lehren herleiten läßt, übereinstimmen sollte, so werde ich entschuldiget seyn, wenn ich dieselbe so, wie sie gewöhnlich ist, mittheile, und durch diese Erinnerungen denjenigen Gelegenheit gebe weiter nachzudenken, die dazu Lust haben.

112. Anm. Wenn die Schraube mit andern Rüstzeugen verbunden wird, so entstehen zusammengesetzte Hebe-

zeuge

zeuge, die man nach ihren Theilen berechnen kann. Man pflegt ihr einen Hebel beyzufügen, oder sie in ein Sternrad eingreifen zu lassen, dessen Zähne nach den Schraubengängen eingeschnitten, und also, wie Jungnickel Clau. Mach. §. 209. bemerkt hat, eigentlich Schraubengänge sind. Man nennt dieses die Schraube ohne Ende.

113. Anm. Die erzählten Rüstzeuge nennt man einfache. Die Eigenschaften des Rades und der Rolle fliessen aus der Lehre vom Hebel her; Keil und Schraube sind bewegliche schiefe Flächen. Man s. Kraft de machinis simplicibus; Comm. Ac. Petropol. T. XI.

114. Anm. Da der zusammengesetzten Maschinen unzählige sind, so würde es soviel als nichts seyn, etliche wenige derselben anzuführen, viel aber davon zu sagen, und selbst die brauchbarsten umständlich zu beschreiben, überschreitet die Grenzen eines Lehrbegriffs, zumahl da sie Anfängern kaum aus Zeichnungen verständlich genug werden können, und diese Zeichnungen nur bey einer einzigen Maschine, z. E. einer Mühle zahlreich und groß seyn müßten, wenn sie was weiter als Bilder seyn sollen, die nur das äuserliche Ansehen vorstellen. Bey der mündlichen Erklärung, können von den zusammengesetzten Maschinen einige Proben gewiesen, und Nachrichten von den Maschinenbüchern gegeben werden, in denen man vollständigere Beschreibungen davon findet, als sich hier geben liessen.

114. Anm. Eben das ist wegen der verschiedenen Kräfte, mit denen Maschinen beweget werden, und ihrer Anwendung zu sagen. Ueberhaupt kommen diese Kräfte entweder belebten Geschöpfen, als Menschen und Thieren, oder leblosen zu, wohin Gewichte, Federn, Wind, Luft, Feuer, gehören. Die belebten Geschöpfe bewegen die Maschinen durch Schieben, Ziehen, Treten, Drehen; und die Maschinen müssen sowohl für sie als für die leblosen Kräfte auf gewisse Art eingerichtet seyn, wenn die Kräfte bequem in sie wirken sollen.

115. Anm. Bey den Wasserrädern (73) wirkt das Wasser als ein schwerer Körper, der destomehr thut, je grösser seine Masse ist, und je grösser die Höhe ist, von der er herabfällt. Man sucht also dabey einmahl zu bestimmen, wieviel Wasser in einer gegebenen Zeit an das Rad stößt, uud zweytens, wieviel das Wasser in der Gegend des Rades tiefer ist, als an dem Orte, von dem es mit ungeschwächter Kraft herfließt. Ich sage mit ungeschwächter Kraft, denn wenn z. E. an einem Bache zwo Mühlen hinter einander liegen, so ist offenbahr, daß man, die Gewalt, mit welcher die hinterste getrieben wird, zu schätzen, nicht darauf sehen kann, wieviel sie tiefer liegt als der Ursprung des Baches, weil er die Gewalt, die ihm der Fall von seinem Ursprunge gab, schon bey der vordern angewandt hat.

116. Erkl. Wieviel die Oberfläche eines Flusses LM 20. Fig. an einem Orte M tiefer liegt als an dem andern L, heißt sein Gefälle von diesem Orte bis zu jenem; und das Gefälle finden, heißt Wasserwägen.

117. Zus. Man ziehe durch einen von beyden Orten, die Horizontallinie LG, 20. F. welche die Verticallinie durch den andern in G schneidet, so ist GM das Gefälle.

118. Zus. Werkzeuge, mit denen man Horizontallinien bestimmen kann; Wasserwagen lassen sich aus (3; 4.) angeben. Wenn ein Werkzeug dergestalt eingerichtet ist, daß man versichert seyn kann, eine gewisse Linie an ihm mache mit der Richtung der Schwere rechte Winkel, so steht diese Linie horizontal; und man kann entweder vermittelst ihrer ein Richtscheid, auf das man sie unmittelbar setzet, horizontal stellen, wie bey den Schrotwagen;

oder

oder Dioptern an ihr anbringen, vermittelst deren man nach einer Horizontallinie siehet. Weil hier eine scharfe Bestimmung nöthig ist, so wird bey diesen Wasserwagen ordentlich ein Fernrohr mit einem Fadenkreuze gebraucht.

119. Zus. Eine andere Art von Wasserwagen gründet sich auf die Eigenschaft flüssiger Körper, daß ihre Oberfläche allemahl horizontal ist, und noch eine andere darauf, daß ein leichteres flüßiges Wesen in einem schwerern, z. E. eine Luftblase im Weingeiste allemahl zu oberst stehet.

120. Zus. Wäre die Erdfläche durchaus eben, so dürfte man nur auf die Richtung der Schwere LK ein Perpendikel LG setzen, welches ohne Ende verlängert die Horizontallinie seyn würde. Ist aber die Erde eine Kugel, deren Mittelpunct K 21. F. so wird die wahre Horizontallinie ohne Zweifel in allen ihren Puncten gleichweit von K entfernt seyn, denn weil alsdenn alle schwere Körper nach dem Mittelpuncte sinken (6), so liegen alle Puncte, die näher bey K liegen als L, niedriger als L (3) und zur Horizontallinie wird erfodert, daß alle Puncte gleich hoch sind. Soll also diese wahre Horizontallinie, wie ebenfalls angenommen wird, sich zugleich auf der Fläche der Erdkugel befinden, so muß sie in den Umfang eines grössern Kreises fallen, der durch L gehet.

121. Zus. Man stelle sich die Ebene vor, welche die Erdkugel in L berühret (G. 49. S. 10. Z.). In dieser ziehe man nach Gefallen eine Linie LG 21. F.

welche

welche auf die Richtung der Schwere LK senkrecht stehen wird; so gehöret zu dieser scheinbaren Horizontallinie als die wahre; der Bogen LH eines größten Kreises, in dessen Ebene LG liegt, da H dieses Kreises Durchschnitt mit GK ist. Um das Stück GH nähmlich, ist der Punct H, in der Erdfläche, in der wahren Horizontallinie, niedriger als derer Punct G der gerade über ihm steht.

122. Zus. Durch das Verfahren (117) findet man den Punct G in der Linie LG, zum vorausgesetzt, daß die Linien nach denen, man siehet, gerade sind, und nicht durch die Strahlenbrechung in der Luft gekrümmt werden. Man muß also für jede Weite LG in dieser scheinbaren Horizontallinie, das Stück GH abziehen, um welches ihr Punct G höher ist, als der gerade darunterliegende Punct der wahren Horizontallinie, und solchergestalt die beyden Puncte L; H; finden, die in einer wahren Horizontallinie liegen.

123. Anm. Eigentlich ist $LGq = GHq + 2r.GH$ wenn $KL = r$; (Trig. 16 S. Zus.) Nun ist bey allen diesen Arbeiten GH in Vergleichung mit 2r sehr klein; also nimmt man $LGq = 2r.GH$ oder $GH = \frac{LGq}{2r}$. Durch algebraische Rechnungen läßt sich genauer bestimmen, wie unmerklich der Fehler ist, wenn man diesen Werth von GH statt des völlig wahren gebraucht. Um einen Begriff von diesem Verfahren zu geben, so ist nach Picards Erdmessung, welche hier ohne merklichen Irrthum eben so gut als die neuern kann gebraucht werden; $2r = 65385594$ Toisen. Nun wird fast nie $LG = 4000$ Toisen seyn.

Dieses

Dieses gäbe $\frac{LG}{2r} = 0,0006114$ und $\frac{LG}{2r}$. LG, oder $\frac{LGq}{2r}$ $= 0,0006114.\ 4000$ Toisen $= 2,4456$ Toisen $= 14$ Fuß 7 Zoll.

124. Anm. Man nimmt LG als gegeben an, und kann doch nur LH auf der Erde messen, beyde sind hier nähmlich nicht beträchtlich unterschieden. In dem nur gebrauchten Exempel beträgt der Unterschied ohngefähr 2'' welches bey 4000 Toisen für nichts zu achten ist, da man bey unmittelbarer Messung einer Linie von dieser Länge, dergleichen Schärfe im geringsten nicht erwarten dürfte. Die Rechnung läßt sich so bewerkstelligen: Für den Halbmesser $= 1$ ist tang $LH = \frac{LG}{r} = 2.\ 0,0006114 = 0,0012228$ daß also der Bogen LH nach den gemeinen Tafeln zwischen 4 und 5 Min. fällt; da sind nun Tangente und Sinus, wie aus Gellibrands Tafeln erhellt; in $\frac{1}{1000000000}$ des Halbmessers nicht unterschieden, folglich Bogen und Tangente auch nicht, weil der Bogen zwischen den Sinus und die Tangente fällt, und also beträgt der Unterschied zwischen dem Bogen LH und der Tangente LG weniger als $\frac{1}{1000000000}$. LK; d. i. als $\frac{326929700}{1000000000000}$ Toisen, d. i. viel weniger als $\frac{4}{100}$ Toisen oder als 0,04. 6. 12'' oder als 2'',88. Algebraische Formeln zeigen, daß LH und LG einander noch viel näher kommen. Denn vermöge derselben ist eine Tangente $= 0,00123$ von ihrem Bogen noch nicht in Tausendmilliontheilchen des Halbmessers unterschieden.

125. Anm. Die Ausübung des Wasserwägens, die sich auf vorhergehende Betrachtungen gründet, erfodert zuviel Regeln, als daß solche hier könnten brauchbar vorgetragen werden. Schriften, in denen man sie findet, sind: Traité du nivellement par Mr. Picard; Par 1684. und 1728; Herrn Passavant Uebersetzung davon führet den Titel: des Herrn Picard Abhandlung vom Wasserwägen. Berl. 1749.

Neue

Neue Anweisung zum Gebrauch des Nivellirens von M. de H. Berl. 1750. Febure nouveau traité du nivellement. Potsd. 1752.

Beschreibung der vornehmsten Theile einer Mahlmühle mit unterschlächtigen Wasserrädern.

126. Das Grundwerk. Weil ein Rad, das man in einen Fluß henket, damit es von demselben umgetrieben werde, nicht die ganze Breite des Flusses einnimmt, so sucht man das Wasser, welches sonst neben dem Rade wegfliessen würde, aufzuhalten, und wenigstens zum Theil, auf das Rad zu lenken, wobey man die Freyheit haben will nach Gefallen viel oder wenig davon auf das Rad zu bringen. Zu dieser Absicht fasset man einen Theil des Flusses vor dem Rade folgendergestalt ein: Nach einer Linie quer über den Fluß 21. F. rr, werden Pfähle eingeschlagen, auf welche man ein langes und starkes Stücke Holz, den Fachbaum, leget. Auf den Fachbaum werden Grieß-säulen gesetzt, zwischen denen man Schutzbreter aufziehen oder niederlassen kann, das Wasser dadurch, wo man will, zu hemmen oder durchzulassen. Vor den Fachbaum werden nach Linien quer über den Fluß n; o; l; m; vier Reihen Pfähle eingeschlagen und über solche Schwellen gelegt. Nach den Linien yr werden an den Seiten des Ufers Pfähle eingeschlagen, und über solche Plattstücke A gelegt, die Wände des Heerdes zu machen. Damit das Wasser,

ser, welches solchergestalt durch die Wände des Heerdes eingeschlossen wird, den Boden nicht ausarbeitet, werden vor der vordersten Heerdschwelle m, Heerdpfähle p zur Verwahrung bis in beyde Ufer dicht an einander eingeschlagen, und die Schwellen mit kiefernen Pfosten C bedeckt. Auch liegen die vordern Heerdschwellen immer tiefer als die hintern, damit der Heerd desto besser mit Sande verschlämmt werden kann. Wenn man sich also über jedem r eine Grießsäule aufgerichtet, und dazwischen die Schutzbreter vorstellet, so ist begreiflich, wie dadurch das Wasser nach Gefallen in jedes der drey Gerinne LIH; IIII; GG; kann gelassen oder davon abgehalten werden.

127. Anm. Das Wasser kann nicht eher fortfliessen, bis es wenigstens so hoch steht, als der Fachbaum ist. Liegt also der Fachbaum höher als sich gebühret, so wird durch ihn zuviel Wasser aufgehalten, das sonst einer andern den Fluß weiter hinunterliegenden Mühle nützlicher seyn könnte. Dieses gehemmte Wasser kann auch einer andern den Fluß höher hinaufliegenden Mühle hinderlich seyn, indem es solchergestalt nicht schnell genug von ihr abfliessen kann; es kann auf das Ufer austreten und Ueberschwemmungen verursachen. Daher darf an dem Fachbaume keine Neuerung ohne Beyseyn und Einwilligung des Ober- und Untermüllers, und derjenigen, denen dadurch Schaden zuwachsen könnte, vorgenommen werden. Wie der Fachbaum für sich selbst horizontal liegen muß, so bestimmt man seine Höhe durch den in einiger Entfernung vor ihm eingeschlagenen Mahlpfahl, dessen obere Fläche eigentlich mit des Fachbaums seiner, in einer wagrechten Ebene seyn sollte. Weil man aber annimmt, das Holz werde im Wasser nach und nach abgezehret, so wird an vielen Orten, der Fachbaum einen Zoll höher als der

Mahlpfahl anzeiget, gelegt, welches man den Erbzoll oder Lehrzoll nennt.

128. **Die Gerinne.** Die Gerinne, in denen Räder bey R liegen, wie 11; heissen Mahlgerinne; diejenigen, welche dazu dienen, daß das Wasser, welches nicht auf das Rad fallen soll, abfliessen kann, wie GG; wüste Gerinne. Es werden in ihnen ebenfalls Pfähle nach Linien quer über den Fluß eingeschlagen, mit Schwellen belegt, und mit Pfosten M beschlagen. Diese Pfosten bekommen in dem Mahlgerinne eine gewisse Neigung oder Krö-pfung, damit das Wasser auf einer schiefliegenden Fläche an das Rad stößt.

129. **Der Mühlengang.** Mit dem Wasserrade befindet sich an einer Welle ein Kronrad (74) das aber die Müller das Kammrad nennen. Dieses greift in ein vertical stehendes Getriebe ein, und drehet solchergestalt eine Stange das Mühleisen herum, welches mitten durch das Getriebe geht, und oben auf sich den obersten Mühlstein den Läufer trägt. Dieser zermalmet also das Getreide, das zwischen ihm und dem untersten unbeweglich fällt. Die übrige hiebey vorkommende Vorrichtung muß der mündlichen Erklärung vorbehalten werden.

130. **Die verschiedenen Arten des Zeuges.** Ein Staberrad hat zweene Ringe oder Reifen, zwischen denen die Schaufeln eingezapft sind, ein Strauberrad aber nur einen Reifen, auf dessen Stirne die Schaufeln stehen. Auch ist die Krö-pfung (128) bey dem Staberrade ganz flach, aber bey

dem

dem Strauberrade, wird sie nach der Rundung desselben geführt. Diese beyde Arten von Rädern bleiben mit ihren Aren unbeweglich liegen. Wenn man aber die Räder in die Höhe ziehen kann, so heißt solches Pansterzeug, wobey auch die Räder noch einmahl so breit als bey Staberzeuge sind, und ein Rad zweene Gänge treibt.

131. Anm. Soviel hielte ich für nöthig, von so bekannten und nützlichen Maschinen das Allgemeine vorzustellen. Umständlichere Beschreibungen wären ohne viele und grosse Zeichnungen unverständlich, und da diese hier wegfallen, wäre es auch unnütz gewesen, die Grössen der Wasserräder u. d. g. anzugeben. Man wird nach dieser Vorbereitung in Schriften, die hievon besonders handeln, z. E. Beyers Schauplatz der Mühlenbaukunst, die weitläuftigere Ausführung, und ihren Zusammenhang besser übersehen können. Uebrigens läßt sich aus der Art, wie die Bewegung bey den Getreidemühlen hervorgebracht wird, leicht begreifen, wie andere Mühlen, als Oelmühlen, Pulvermühlen, Sägemühlen, Puchwerke u. d. g. vom Wasser können getrieben werden. Man s. Eberhards Beyträge zur Matheſi applicata.

Die Windmühlen.

132. Erkl. NEOP sey eine Ebene, die durch die gerade Linie CH in ähnliche Hälften getheilet wird, und folglich ihren Schwerpunct in dieser Linie hat. Man befestige diese Ebene auf einer Welle dergestalt, daß sie sich herumdrehen kann, indem sich die Welle um ihre Axe CA drehet, und daß ACH = R. Bey dieser Bestimmung kann man die Ebene NO noch so stellen, daß der Winkel ACE nach Belieben

angenommen wird. Wenn man aber auch diesen Winkel fest gesetzt hat, so kann die Ebene keine andere Bewegung machen, als sich um die Axe CA drehen. Sie soll der Windmühlenflügel heissen.

133. Zus. Weil EC, AC, beyde auf CH des Flügels und der Ebene ACH Durchschnitt senkrecht stehen, so ist ACE die Neigung dieser beyden Ebenen gegen einander (Geom. 2. Th. 2. Erkl.) und die Ebene ACE steht auch auf beyde Ebenen senkrecht, (G. 47. S. 4. Zus.) folglich muß jedes Loth aus einem Puncte der Linie CA auf dem Flügel, in CE fallen (G. 47. S. 2. Zus.) und ACE ist auch der Neigungswinkel der Axe AC gegen den Flügel (Geom. 2. Th. 1. Erkl.). Ich will diesen Winkel γ nennen.

134. Zus. Jeder Punct des Flügels P beschreibt den Umfang der Grundfläche eines senkrechten Kegels, der CP zur Seite und die Axe in AC hat; oder welches eben soviel ist, einen Kreis, dessen Pol C ist, und auf dessen Ebene CA durch den Mittelpunct senkrecht stehet. Denn man setze ein Loth von A auf den Flügel, sey AE (133); und es heisse $AC = b$; so ist $AE = b \cdot \sin\gamma$; $CE = b \cdot \cos\gamma$; ferner sind wegen des gegebenen Punctes P, auch CP; PCE, und jetzo CE, folglich EP gegeben, also auch $AP = r(EP^2 + b^2 \sin\gamma^2)$. Folglich sind im Dreyecke PCA alle Seiten, also auch der Winkel PCA gegeben. Ihn wirklich zu finden, würde der Trigonometrie 20. S. dienen. Hier ist genug einzusehen, daß dieser Winkel für einen gegebenen

P bey dem Umdrehen des Flügels unverändert bleibt, wenn der Flügel und die Ebene des unveränderlichen Winkels ACE beyde sich zusammen so drehen, daß sie auf einander senkrecht bleiben.

135. Zus. Wenn die Axe CA so gerichtet ist, daß der Wind mit ihr parallel auf den Flügel stößt, so wirken diese bewegten Lufttheilchen, die nach lauter parallelen Richtungen auf den Flügel stossen, auf eben die Art in ihn, wie die Kraft der Schwere in eine solche Ebene wirken würde; denn man kann sich auch bey der Kraft der Schwere lauter Stösse in parallelen Richtungen vorstellen. Aus diesen Stössen in parallelen Richtungen folgte bey der Schwere ein Punct, in welchen man sie alle vereinigt annehmen konnte, der Schwerpunct (48). Man kann sich also auch in eben dem Schwerpnncte, welcher hier H seyn mag, die völlige Gewalt, die der Wind auf den ganzen Flügel ausübet, vorstellen, oder der Flügel wird von allen den Lufttheilchen, die nach parallelen Richtungen auf ihn stossen, eben so bewegt, als wenn diese Lufttheilchen alle vereinigt in H wirkten.

136. Zus. Gesetzt also, der Wind gehe 24. F. nach der Richtung GH mit der Axe parallel, und lege in einer gegebenen Zeit, z. E. einer Secunde eine gegebene Länge, z. E. GH zurück; so kann man die Geschwindigkeit des Windes und folglich die Gewalt, mit der jedes Lufttheilchen für sich anstößt, durch GH ausdrücken; für einen schnellern oder langsamern Wind nähmlich, gehört eine grössere oder kleinere

GH zu eben der Zeit; Ein Lufttheilchen, das am Anfange der Zeit in G war, ist am Ende in H. Wenn man sich also vorstellt, die Lufttheilchen, welche an den Flügel angestossen haben, kommen, nachdem ihr Stoß verrichtet ist, plötzlich weg, ohne den ihnen nachfolgenden irgend auf einige Art im Wege zu seyn, so werden in der gegebenen Zeit z. E. einer Secunde alle Lufttheilchen, die in der Länge HG enthalten sind, angestossen haben. Nun setze man HL sey ein Stück der Linie CH; Hh; Ll seyen Perpendikel darauf, und hl mit HL parallel; ferner ziehe man mit HG durch h, l, L, ihr gleiche Parallelen wie hg; so bestimmen diese Parallelen ein Prisma, dessen Seite HG, die Grundfläche HhlL ist. So viel Lufttheilchen in diesem Prisma enthalten sind, so viel stossen vorausgesetzter massen in der gegebenen Zeit auf die Fläche HhlL; Man kann also die Menge dieser Lufttheilchen, die in einer gegebenen Zeit anstossen, durch den Innhalt des Prisma ausdrücken. Die Grundfläche heisse = e. Nun machen GH und CA mit dem Flügel einerley Winkel = γ (G. 47. S. 8. Z.) folglich ist ein Loth von G auf den Flügel, oder des Prisma Höhe = GH. sin γ und daher sein Innhalt = e. f. sin γ wenn GH = f dieses also drückt die Menge von Lufttheilchen aus, die auf die Fläche e, in der Zeit anstossen, in welcher eines den Weg GH zurücke legt.

137. Aufg. Unter den bisher erklärten Bestimmungen, die Gewalt zu finden, mit welcher der ruhende Flügel wird von dem Winde

in

in Bewegung gesetzt, und die Richtung, nach welcher er wird getrieben werden.

Aufl. GH = f drückt die Gewalt aus, mit der ein einzelues Lufttheilchen an den Punct H nach der Richtung GH stößt (136). Weil aber diese Richtung auf den Flügel schief stehet, so setze man durch H auf den Flügel das Loth HI und fälle auf solches aus G das Perpendikel GI; so stellt GI den Theil der Kraft f vor, welcher mit dem Flügel parallel wirkt, und also in ihn keinen Einfluß hat, IH aber den, welcher völlig auf den Flügel wirkt (63). Diese Kraft IH wird nun zum Theil durch die Art, wie der Flügel an die Axe befestiget ist, aufgehalten. Man zerlege sie nähmlich in zwo Kräfte, deren eine in der Ebene ACH, die andere auf diese Ebene senkrecht wirkt; diese Kräfte werden HL; IL, seyn, wenn IL auf diese Ebene senkrecht ist. HL wird völlig aufgehalten, denn weil sich der Winkel HCA nicht ändern läßt, so ist der Punct H für eine Kraft, die seine Stelle in der Ebene ACH ändern und ihn nach HL treiben wollte, unbeweglich. Da aber die Ebene ACH von nichts gehindert wird sich um die Axe AC so zu drehen, daß die Winkel AHC; ACE, ungeändert bleiben, so kann die Kraft IL ihre völlige Wirkung ungehindert ausüben. Die Kraft GH also gibt eine Kraft IH die den Punct H nach ihrer Richtung treibt; und diese zweyte Kraft gibt durch die zuletzt vorgenommene Zerlegung eine Kraft, die den Punct H nach einer Richtung treibet, die mit IL gleichlaufend, das ist, auf die Ebene ACH durch H senkrecht gerichtet ist, der Grösse nach aber durch

IL ausgedruckt wird. Nun macht HI mit der Ebene ACH einen Winkel = R − γ, weil diese Ebene gegen den Flügel im Winkel γ geneigt ist, und HI auf den Flügel senkrecht stehet. Folglich ist IHL = R − γ (G. 2. Th. 1. Erkl.) und IL = IH. cos γ. Ebenfalls macht GH mit dem Flügel den Winkel γ, und also mit HI den Winkel R − γ folglich ist HGI = γ und HI = f. sin γ also IL = f. cos γ. sin γ.

Mit dieser Gewalt nun würde ein einzelnes Lufttheilchen auf H stossen, und diesen Punct nach der bestimmten Richtung treiben. Weil man sich nun vorstellen kann, als wäre die Gewalt aller Lufttheilchen in H vereinigt (135), so muß man suchen, wieviel diese Gewalt zusammen beträgt, d. i. man muß die Gewalt eines einzigen Lufttheilchens durch die Menge der Lufttheilchen (136) und was herauskömmt durch CH multipliciren, damit man das Moment bekömmt, mit dem H um CA bewegt wird (38). Heißt also die Fläche des Flügels e und CH = a, so findet sich die Gewalt, mit welcher der Punct H nach einer Richtung, die auf die Ebene ACH senkrecht stehet, getrieben wird, = a. e. f. cos γ. sin γ².

Dieser Ausdruck nähmlich dient, die Gewalt, die ein Flügel leidet, mit der Gewalt, die ein anderer leidet, zu vergleichen. Gesetzt, ein anderer Flügel hätte die Fläche E; der Wind bewegte sich mit der Geschwindigkeit F (daß er nähmlich in der Zeit, die Länge F zurücke legte, in welcher der vorige die Länge f durchstriche); des andern Flügels Schwer-

punct

punct sey von der Axe um die Länge A entfernt, und er mache mit seiner Axe den Winkel δ; so verhält sich die Gewalt, mit welcher des ersten Flügels Schwerpunct getrieben wird, zu der Gewalt, mit welcher des andern Schwerpunct getrieben wird, wie a. e. f. $\cos\gamma . \sin\gamma^2$: A. E. F. $\cos\delta . \sin\delta^2$. Ist also eine dergleichen Gewalt aus der Erfahrung bekannt, weiß man nähmlich, was für ein Gewicht einen Flügel genau gleich aufhalten kann daß er nicht gedrehet wird, so läßt sich diese Gewalt für jeden andern Flügel aus den gegebenen Dingen berechnen.

138. Zus. Bey einerley Flügel, dessen Winkel mit der Axe aber anders und anders angenommen würde, verhält sich diese Gewalt wie f. $\cos\gamma . \sin\gamma^2$.

Exempel. Der Wind gehe in einer Secunde 18 Fuß, und der Flügel mache einen Winkel von 60 Gr. mit der Axe. So ist $f = 18$; $\sin\gamma = \frac{r3}{2}$ und $\cos\gamma = \frac{1}{2}$ und die Gewalt $= 18 . \frac{1}{2} . \frac{3}{4} = \frac{9 . 3}{4}$. Nun gehe ein anderesmahl der Wind in einer Secunde durch 20 Fuß, und eben der Flügel mache einen Winkel von 45 Gr. mit der Axe; so ist nun $f = 20$; $\sin\gamma = \frac{r2}{2} = \cos\gamma$; also diese Gewalt $= 20 . \frac{r2}{2} . \frac{2}{4} = 5 . r2$; folglich verhält

sich die erste Gewalt zu der zweyten $= \frac{9.3}{4} : 5\sqrt{2}$

$= 27 : 20.1,414 = 27 : 28,28$. Würde also der Flügel in der ersten Stellung und bey dem ersten Winde von 27 Pf. zurückgehalten, so würden für ihn das zweytemahl ohngefähr 28,3 Pf. zu dieser Absicht nöthig seyn. Es versteht sich, daß das Gewichte so angebracht ist, daß es den Punct H hindert, dem Winde in einer Richtung, die auf ACH senkrecht ist, auszuweichen.

139. Anm. Diese Bestimmungen gelten schon erwähntermassen nur für den Anfang, wenn der Flügel noch ruhet. Ist er schon in Bewegung, so müßte seine eigene Geschwindigkeit mit betrachtet werden, welches die Untersuchung hier zu weitläuftig macht, die sich überhaupt aus unserer bisherigen Theorie von der Wirkung flüssiger Materien nicht völlig richtig anstellen läßt. Denn die Voraussetzung, daß die Lufttheilchen plötzlich wegkommen (136) ist der Natur nicht gemäß. S. auch Euler de constructione molar. alatar. Comm. nou. Petrop. T. IIII. und dessen Recherches für les moulins à vent. Mem. de l'Ac. de Pr. 1756.

140. Anm. Indessen haben die meisten Mathematikverständigen die Sache nur unter diesen Umständen betrachtet, und auch dafür die vortheilhafteste Stellung des Flügels gesucht, da er nähmlich von jedem Winde mit der größten Gewalt gedrehet würde; das ist, wo $\cos\gamma . \sin\gamma^2$ am größten würde. Es sey $\cos\gamma = u$, also soll $u.(1-u^2)$ am größten seyn. Die Algebra lehret, daß man in dieser Absicht dieser Grösse $u-u^3$ ihr Differential $du - 3u^2\,du = o$ setzen muß. Dieses gibt $\frac{1}{3} = u^2$ oder $u = 1 : \sqrt{3}$; Man findet daraus γ folgendergestalt. Weil $u = \cos\gamma$ für den Halbmesser $= 1$ ist, so sey $v = \cos\gamma$ für den

Halb-

Halbmesser der Tafeln = r; also 1 : u = r; v und v = ru, folglich

$$-\tfrac{1}{2} l 3 = l \frac{1}{r^3} = lu = -\ 0,2385606$$

$$lr = +\ 10,$$

$$lv = \ 9,7614394$$

$= l \cos 54° 44'$

Unter diesem Winkel ACE soll nach der meisten Mathematikverständigen Vorschrift der Flügel auf die Axe gesetzt werden; aber wenn die Bewegung des Flügels mit betrachtet wird, muß ACE grösser seyn. S. Colin Mac Laurin Treatise on Fluxions art. 911.

141. Anm. Wegen der Umdrehung des Flügels um die Axe können nicht alle seine Theile gleich geschwinde gehen; und doch stößt der Wind an alle Theile mit gleicher Geschwindigkeit an. Der Flügel muß also eine solche Gestalt bekommen, daß alle seine Theile dem Winde gleichförmig ausweichen, d. i. er muß nach der Art eines Schraubenganges gewunden, oder, wie man sich ausdrückt, windschief werden. Die Theorie dieser Gestalt läßt sich noch viel weniger aus den bisherigen Gründen geben. Man s. Schobers Erfahrungen und Theorie von der Wirkung der Windmühlen; im hamburgischen Magazin 9. Band 2. 3. Stück.

142. Anm. Damit die Axe nach dem Winde kann gedrehet werden, wird bey den deutschen Windmühlen das ganze Haus, in dem sie befestiget ist, so angelegt, daß es sich auf einem Zapfen herumdrehen läßt, bey den holländischen aber geht die Axe durch das Dach und läßt sich mit demselbigen drehen.

Allge=

Allgemeine Begriffe von den Uhrwerken.

143. Erkl. Ein **Uhrwerk** heißt eine Maschine, die durch ihre Bewegung die Theile der Zeit anzeiget.

144. Zus. Wenn man ein Seil mit einem Gewichte dergestalt um eine Welle windet, daß sich die Welle herumdrehen muß, indem das Gewichte sinkt, so wird man durch die Bewegung der Welle, und des Räderwerks, das mit ihr verbunden ist (85) die Zeit abtheilen können. Dieß ist die Beschaffenheit der grossen Uhren, die durch Gewichte getrieben werden.

145. Zus. Aber das Gewichte wird, in so fern ihm das Reiben der Räder an einander nicht hinderlich ist, mit einer beschleunigten Bewegung fallen. Man muß also eine solche Vorrichtung machen, daß die Geschwindigkeit, welche das Gewicht alle Augenblicke erhält und der Maschine mittheilen würde, alle Augenblicke aufgehoben wird, und das Gewicht jeden Augenblick von neuen zu fallen anfängt. Dieses veranlaßt das Steigrad, das aufrechte Steigrad, den englischen Haaken, und das Perpendikel.

146. Zus. Zu den Taschenuhren kann man eine zusammengerollte Feder in einen hohlen Cylinder dergestalt einschliessen, daß sie den Cylinder (die Trummel) herumdrehet, indem sie sich ausbreitet. Nun sey eine Kette mit einem Ende an der Trummel, mit dem andern an einem Kegel, der sich um seine Axe drehen läßt, befestigt, daß sich dieselbe auf

den Cylinder aufwindet, so wird sich der Kegel herumdrehen und vermittelst eines an ihm befindlichen Rades andere Räder in Bewegung setzen. Die Gleichförmigkeit der Bewegung zu erhalten, ist eine schwächere zusammengewickelte Feder dergestalt angebracht, daß sie dem letzten Rade alle Augenblicke einmahl hinderlich fällt.

147. Anm. Schriften, aus denen man sich vollkommenere Kenntnisse hievon erwerben kann, sind des P. Alexanders Abhandlung von den Uhren, der artificial clockmaker, den man bey Welpers Gnomonik deutsch übersetzt findet, Manleys Unterricht von Sackuhren; Hartmann von Uhren u. s. w.

148. Anm. Die Bewegung auch anderer Maschinen gleichförmig zu machen, dienet, wenn man die Kraft nöthiget beständig gewisse Gewichte mit im Kreise herumzutreiben. Man nennet diese Vorrichtung ein Schwungrad.

Vom Reiben.

149. Erkl. Das Reiben heißt der Widerstand, den eine Fläche findet, indem sie über einer andern fortgeführet wird.

150. Zus. Es rühret also von den Ungleichheiten der Flächen, und der Gewalt, mit welcher diese Ungleichheiten in einander gedrückt werden, her, und wird also durch Abschleifen der Ungleichheiten, durch Ueberstreichen mit einem flüßigen Wesen, das sie ausfüllt, durch Verminderung der Flächen, die einander berühren, und der Kraft, welche sie gegeneinander drückt, vermindert.

150. Anm. Die Gesetze des Reibens sind noch nicht in völliger Richtigkeit bekannt. Die Verhältniß, welche die

an-

andrückende Kraft zum Reiben hat, ist nach Amontons Versuchen = 3 : 1 nach Parents 20 : 7. Bilfinger Comm. Ac. Petrop. T. II, p. 403. seq. hat gewiesen, wie man das Reiben durch schiefe Flächen (aus 98) messen kann. S. auch Sturms und Leibnizens Abhandlungen hievon Misc. Berol. Class. Math. n. 29. 30. Das Reiben, welches insgemein als eine Hinderniß bey den Maschinen angesehen wird, kann gebraucht werden, Lasten in gegebener Stellung zu erhalten. Io. Bernoulli le cabestan delivré de ses inconveniens Op. T. IIII. n. 172. Wedelii propempticon de remora; im Commerc. Litt. Astronom. Adelbulneri T. I. n. 15.

Von der Ueberwucht.

151. Anm. Wenn die Kraft stärker ist, als sie, blos die Last zu erhalten, nöthig wäre, und also eine wirkliche Bewegung erfolget, so fällt in die Augen, daß bey eben der Last, und eben der Maschine, die Geschwindigkeit der Bewegung anders seyn wird, nachdem die Kraft anders ist. Die Entscheidung dieser Frage, wie geschwind eine gegebene Last von einer gegebenen Kraft bewegt wird, gründet sich auf die höhere Mathematik, und läßt sich aus der Lehre vom Mittelpuncte des Schwunges, und solchen Untersuchungen herleiten, wie man beym Joh. Bernoulli Op. T. IIII. n. 177. art. VI. VII. findet. S. auch Schobers Theorie von der Ueberwucht, Leipz. 1751. Euler de machinar. vsu maxime lucroso Comm. Petrop. T. X. p. 74.

Die

Die Hydrostatik.

1. Erkl. Ein flüßiger Körper heißt, in dem sich keine Theile angeben lassen, die mit einer merklichen Kraft zusammen hingen.

2. Zus. Man kann ihn also als stetig betrachten (G. 2. Erkl.) und seine Theile, wo man will, von einander sondern.

3. Anm. Die Kraft, vermittelst welcher die Theilchen flüssiger Körper untereinander und mit festen Körpern einigermassen zusammenhängen, von der Tropfen entstehen, wird hier beyseite gesetzt.

4. Erkl. Wasser bedeutet hier jedes flüßige Wesen, bey dem keine andere innerliche Kraft als die Schwere betrachtet wird.

5. Erkl. Die Hydrostatik handelt von dem Gleichgewichte des Wassers unter sich und mit festen Körpern.

6. Erf. Die Oberfläche jedes in ein Behältniß eingeschlossenen Wassers, macht mit der Richtung schwerer Körper rechte Winkel, oder sie ist wagrecht. Man kann sich hievon leicht vermittelst einer Bleyschnur versichern.

7. Anm. Abweichungen hievon lassen sich aus (3) erklären.

8. Anm. Beweise dieses Satzes, dergleichen Dan. Bernoulli Hydrodyn. Sect. 2. §. 1. versucht hat, sind d'Alemberts Erinnerungen; Traité des fluides art. 13. unterworfen, daher ich ihn mit Stevin Elem. hydrost. pet. 7. als einen Satz, von dem man sich durch die Erfahrung leicht

leicht versichern kann, annehme. Mir kommt es nicht vor, als ob eine so einfache und leichte Erfahrung den Grundsatz lehrte, welchen d'Alembert; a. a. O. art. 1. und Euler de l'equilibre des fluides art. 9. (Mem. de l'Ac. des Sc. de Prusse 1755.) annehmen. Wenn die größten Mathematikverständigen bey diesen ersten Gründen der Hydrostatik Schwürigkeiten gefunden haben, so wird man mich entschuldigen, wofern mein Vortrag jemanden nicht vollkommen genug thun sollte, da zumahl mir nicht erlaubt ist die höhere Analysis dabey anzubringen, wie jene gethan haben. Diese Schwürigkeiten rühren ohne Zweifel daher, weil wir der flüssigen Körper eigentliche Beschaffenheit nicht zulänglich kennen, und sie zu heben, würde also mehr für den Naturlehrer als für den Mathematikverständigen gehören.

9. Zus. In dem Gefässe ABC 1. Fig. stehe das Wasser bis an die wagrechte Ebene AB (dergleichen gerade Linien bedeuten hier in den Figuren Flächen.) Man betrachte von diesem Wasser den Theil besonders, der die willkührlichen Gränzen DIH auf einer Seite, EFG auf der andern hat; seine Oberflächen DE; GH, sind in der gemeinschaftlichen Oberfläche AB; Man betrachte ein Stückchen der eingebildeten Gränze, welche dieses eingeschlossene innere Wasser von dem äusern Wasser des Gefässes absondert; z. E. Pp; Alles Wasser will vermöge seiner Schwere sinken, und jedes Wassertheilchen muß, wenn es sinken soll, andere aus seiner Stelle treiben, die nicht nur gerade, sondern auch seitwärts unter ihm liegen, ja es muß anderes Wasser zum Steigen nöthigen. Solchergestalt wird Pp ohne Zweifel von dem eingeschlossenen Wasser, und von dem Wasser des Gefässes verschiedentlich gedruckt

werden.

werden. Man braucht nicht jeden solchen Druck einzeln zu betrachten, man sieht überhaupt, daß er entweder senkrecht auf Pp seyn muß, oder sich in zwo Kräfte zerlegen läßt, deren eine senkrecht auf Pp, die andere mit Pp gleichlaufend wirkt, und also Pp aus seiner Stelle zu treiben nichts vermag. Also kann man annehmen, der Druck des eingeschlossenen Wassers, der Pp aus seiner Stelle zu treiben bemüht ist, gehe nach einer senkrechten Richtung darauf RP und der Druck des Wassers im Gefässe nach derselben Verlängerung aber in entgegengesetzter Richtung QP. Soll aber Pp ruhig bleiben, so muß jener Druck soviel vermögen als dieser, und jedes Element der eingebildeten Gränze des eingeschlossenen Wassers muß also nach einer senkrechten Richtung auf dieses Element, so stark von dem innern Wasser hinauswärts als von dem äusern hineinwärts gedruckt werden.

10. Zus. Bestünde Pp aus einer festen Materie, so würde es auf eben die Art den Druck des Wassers auf beyden Seiten aufhalten, ohne aus seiner Stelle getrieben zu werden, das Wasser aber würde gegeneinander vollkommen auf die vorige Art wirken, ohne daß diese Erdichtung eines festen Elements Pp darinnen die geringste Veränderung machte.

11. Zus. Bestnüde die ganze Gränze DIH aus lauter solchen festen Elementen (10) die aber unter sich keine feste Verbindung hätten, so würde dieses in dem Drucke des Wassers gegeneinander nichts ändern, und der gegenseitige Druck des innern

und äussern Wassers würde eben die vorige Gestalt dieser Gränze erhalten.

12. Zus. Aber wenn der Druck des äusern Wassers bey Q weggenommen würde, so müßte man Pp durch eine andere Kraft in seiner Stelle erhalten, und diese Kraft würde, wenn sie weiter nichts thäte, als Pp zu erhalten, in dem innern Wasser keine Aenderung machen.

13. Zus. Diese Kraft könnte der Zusammenhang des Elements Pp mit den übrigen Theilen der Gränze DIH seyn, oder, es würde in dem innern Wasser nichts geändert werden, wenn diese Gränze aus einer festen zusammenhängenden Materie bestünde.

14. Zus. Da sich alles dieses auch von EFG sagen läßt, so wird in dem innern Wasser nichts geändert werden, wenn es in eine feste Röhre DIHGFE eingeschlossen ist. Die Wände dieser Röhre nähmlich werden den Druck des innern Wassers aufhalten, wie ihn zuvor der Druck des äusern Wassers aufhielte, und weil das innere Wasser dadurch seine Figur behielte, daß sein Druck nach ausen, mit dem Drucke des äusern Wassers nach innen im Gleichgewichte war, so wird es diese Gestalt noch behalten, wenn sein Druck nach ausen durch die Festigkeit der Wände aufgehoben wird, die zwar selbst keinen Druck nach innen ausüben, aber eben deßwegen hier die Stelle des äusern Wassers vollkommen vertreten können, dessen Druck nach innen, durch des innern Wassers entgegenge-

setzten Druck aufgehalten wird. Eben wie der Nagel (Mech. 29.).

16. Lehrs. Wenn sich Wasser in einer Röhre 2. F. deren beyde Schenkel DEFI GHIF was für eine Gestalt man will haben, dergestalt befindet, daß es aus einem Schenkel in den andern treten kann, und seine Oberfläche in beyden Schenkeln in einer wagrechten Ebene DEGH stehet, so wird es in dieser Lage ruhig stehen bleiben.

Bew. Man kann das Wasser in der Röhre der 2. F. als einen Theil des Wassers im Gefässe der 1. F. ansehen, und die Festigkeit der Röhre 2. F. ist dem Drucke des äusern Wassers im Gefässe gleichgültig (14).

17. Anm. Dieser Beweis ist aus Daniel Bernoullis Hydrodynamik Sect. II. §. 3. entlehnt; ich habe aber gesucht ihn etwas umständlicher zu erläutern, und werde solches noch durch die folgenden Betrachtungen thun.

18. Zus. KL sey eine wagrechte Ebene unter GH 2. F. Diese Ebene wird von dem Wasser über ihr, welches seiner Schwere wegen sinken will, niederwärts gedruckt; das Wasser in dem andern Schenkel aber will ebenfalls sinken, und wenn dieses sinken soll, muß KL steigen; Also befindet sich KL zwischen zwo Kräften, die sie nach entgegengesetzten Richtungen treiben; und weil alles, was angenommen wird, ruhig bleibet, so müssen diese beyden Kräfte auf KL gleichviel vermögen; oder die eine muß diese Ebene so stark niederwärts drücken als die andere aufwärts.

19. Zus. Wäre KLHG ein senkrechter Cylinder, oder ein senkrechtes Prisma, so würde KL ohnstreitig mit einem Gewichte gedruckt werden, das der Last der Wassersäule gleich käme, welche dieses Prisma ausfüllte. In diesem Falle also könnte man die Gewalt berechnen, mit welcher KL niedergedruckt würde; d. i. die Gewalt, welche derjenigen entgegengesetzt ist, mit welcher KL von dem Wasser in dem andern oder linken Schenkel aufwärts gedruckt würde; Nun bleibt die letztere Gewalt einerley, wenn die Gestalt dieses andern Schenkels und die Menge des Wassers in ihm einerley bleibt, und diese Gewalt, ist der, welche KL niederdrückt, allemahl gleichgültig, wenn das Wasser, das KL niederdrückt, seine Oberfläche in der Ebene DEGH hat, was auch übrigens die Röhre, darinnen es sich befindet, zwischen KL und GH für eine Gestalt hat (18). Folglich ist der Druck des Wassers in dem Schenkel GHLK auf KL allemahl von einer Grösse, so lange die Ebene KL und ihre Tiefe unter der Ebene DEGH ungeändert bleiben; und folglich allemahl so groß als er in dem Falle ist, da man ihn berechnen kann; das ist, die Ebene KL wird von dem Wasser über ihr, was auch die Röhre für eine Gestalt hat, so gedruckt, wie sie von einem Prisma voll Wasser gedruckt würde, das KL zur Grundfläche und die Weite zwischen den Ebenen KL und DEGH zur Höhe hätte.

20. Zus. Hieraus erhellet, daß das Wasser nicht nur unter der Bedingung des Satzes (16) ruhig ist; sondern daß es auch unter keiner andern Bedingung

ruhig

ruhig seyn kann. Man setze, die Röhre über KL 2. F. sey leer, und KL selbst eine Ebene von einer festen Materie, die in die Höhlung der Röhre genau paßt, und man verhindert diese Ebene durch einen Druck auf sie, zu steigen; So könnte man den andern Schenkel füllen, daß DEKLID voll Wasser wäre; aber sobald der Druck auf KL aufhörte, würde das Wasser diese Ebene in die Höhe stossen, und nicht eher ruhen, bis seine Oberfläche in beyden Schenkeln wagrecht wäre. Das Wasser nähmlich in dem linken Schenkel, wendet eine Kraft an KL in die Höhe zu treiben, die so groß ist als der Druck eines Wasserprisma, dessen Grundfläche KL ist, die Höhe aber so viel beträgt, so viel KL tiefer ist als die Oberfläche des Wassers im linken Schenkel (19), folglich verschwindet diese Kraft, welche KL zu heben strebt, nicht eher, bis die Höhe des genannten Prisma verschwindet, d. i. bis KL in eine wagrechte Ebene mit der Oberfläche des Wassers im linken Schenkel kömmt. Also ist Wasser in der Röhre der 2. F. nie ruhig, als wenn seine Oberflächen in beyden Schenkeln in einer einzigen wagrechten Ebene stehen.

21. Zus. Jeder Wassertropfen wie Z 1. F. will, für sich allein betrachtet, mit der Gewalt sinken, die seinem Gewichte gleich ist: Also muß die Summe aller Wirkungen, die das umliegende Wasser in ihn ausübet, seinem Gewichte gleich seyn, oder dieses Wasser erhält ihn in seiner Stelle durch einen Druck, der seinem Gewichte gleich ist. Es erhellt nähmlich, daß von den Wirkungen des umliegenden Wassers

verschiedene einander entgegengesetzt sind, und sich gegenseitig aufheben, und unter der Summe also nur das verstanden wird, was von ihnen übrig bleibt, und den Tropfen aufwärts treiben würde, wenn er sich nicht durch sein Gewicht in seiner Stelle erhielte.

22. Aufg. Das Gewicht einer gegebenen Menge eines flüssigen Wesens, und also dieses flüssigen Wesens eigene Schwere (Mech. 10.) zu erfahren.

Aufl. Man lasse sich ein Parallelepipedum von einer festen Materie, z. E. überzinnten Bleche machen, dessen Inhalt man genau ausrechnen kann. Man wäge es leer, und darauf mit der flüßigen Materie gefüllt. Der Ueberschuß wird das Gewichte eines gegebenen Raums voll dieser Materie anzeigen.

23. Anm. Statt dieses Verfahrens, welches in der Theorie am leichtesten zu verstehen ist, wird in der Folge (43) ein anderes gelehret werden, das in der Ausübung bequemer ist. Uebrigens ist das Gewicht flüssiger Materien, auch die einerley Nahmen führen, z. E. des gemeinen Wassers, nach ihrer verschiedenen Reinigkeit, imgleichen ihrer Wärme unterschieden. Daher geben die Versuche hierinnen sehr viel verschiedenes, wobey auch die Verschiedenheit der Maasse und Gewichte in Betrachtung zu ziehen ist. Wolf nützl. Vers. 1. Th. 7. §. rechnet den rheinländischen Cubikfuß Brunnenwasser zu 64. Pf. 348. Gran; wenn das Pfund 16. Unzen und die Unze 480 Gran hält. Man kann also ohngefähr diesen Cubikfuß 64. Pfund schwer setzen.

24. Aufg. Die Gewalt zu finden, mit welcher Wasser, das in ein gegebenes Gefässe von willkührlicher Gestalt z. F. eingeschlossen ist, den Boden desselben KL drückt.

Aufl. Man berechne den Inhalt eines Prisma, das KL zur Grundfläche, und GV, die Tiefe dieses Bodens unter der Oberfläche des Wassers, zur Höhe hat. Das Gewichte des Wassers, welches in diesem Prisma Raum hat, ist die Kraft, die auf den Boden drückt (20).

25. Zus. Man kann mit einer kleinen Menge Wassers eine grosse Last erhalten oder erheben. Eine Art dieses zu bewerkstelligen ist folgende: DM 4. F. sey eine enge hohe Röhre, die mit einer weiten niedrigern FKL zusammenhängt, DS sey die Länge, um wieviel die enge Röhre höher ist als die weite, die weite sey oben mit einem Deckel KL verschlossen, und das Ganze DLIMKFE werde mit Wasser gefüllt; so wird der Deckel von dem Wasser in der engen Röhre mit soviel Gewalt in die Höhe gedrückt als das Gewicht einer Wassersäule betrüge, deren Grundfläche KL und die Höhe DS wäre (20). So schwer muß also ein Gewicht Z seyn, das, auf den Deckel gelegt, den Druck des Wassers in der engen Röhre erhalten soll.

26. Anm. Wenn das Wasser in der engen Röhre um die Höhe Dd sinkt, so wird es in der weiten um Kk steigen, so daß die Cylinder DEed = KLlh; und also Dd : Kk = kl : de (Geom. 60. S. 4. Zus.) welches mit Mech. 53. übereinstimmt.

Von dem Drucke, auf die Seiten des Gefässes.

27. Aufg. ABCD 5. F. ist ein Cylinder, dessen Axe gegen den Horizont schief liegt, die Grundfläche CD aber auf die Axe senkrecht steher. Man verlangt die Gewalt zu wissen, mit welcher das Wasser, das ihn ausfüllt, die Grundfläche druckt.

Aufl. Wenn die Grundfläche des Cylinders = m heißt, und DE ihre Tiefe unter dem Horizonte durch B ist, so verhält sich das Gewicht des Wassers im Cylinder wie AC. m; (nähmlich dieser cubische Inhalt des Cylinders muß mit dem Gewicht der Menge Wassers multiplicirt werden, deren Maaß hier zur Einheit angenommen ist, z. E. mit dem Gewicht eines Cubikfusses Wasser, wenn AC. m in Cubikfussen ausgedruckt ist). Weil aber dieses Wasser auf einer schiefen Ebene AC liegt, so ist die Gewalt, mit welcher es längst derselben herabsinken will,

$$= \frac{DE}{AC} . AC. m \text{ (Mech. 98)}$$

= DE. m; und mit dieser Gewalt also liesse sich der Boden CD zurückhalten, daß kein Wasser herausliefe, oder so stark druckt das Wasser auf den Boden. Der Druck des Wassers auf den Boden also ist so groß als das Gewicht einer Wassersäule, deren Grundfläche der Boden ist, die Höhe aber der Tiefe der Grundfläche unter der Oberfläche des Wassers gleichet.

28. Lehrs. AMB 6. Fig. sey ein Gefässe von willkührlicher Gestalt, in welchem Wasser bis an DE stehet; Ich sage, der Druck, den das Wasser auf jedes Element der Seite des Gefässes ausübet, z. E. bey G, sey so groß als das Gewicht einer Wassersäule, deren Grundfläche das Element und die Höhe so groß ist als die Tiefe des Elements unter der Wasserfläche DE.

Bew. Ein solches Element kann drey Lagen haben. Eine Röhre nähmlich, die senkrecht darauf ausen an das Gefässe gesetzt würde, kann I) aufwärts über den Horizont, II) mit dem Horizonte gleichlaufend, III) hinunterwärts unter den Horizont fallen. Diese drey Lagen werden bey G; L; H; vorgestellt.

I. Fall. Man setze an G die Röhre CG senkrecht, so wird das Wasser in ihr mit dem Wasser im Gefässe auf eine Höhe treten, und wenn alles im Gleichgewichte ist, die Stelle G von dem Wasser in der Röhre so stark nach dem Gefässe zu gedruckt werden, als von dem Wasser in dem Gefässe nach der Röhre zu; aber das Wasser in der Röhre druckt sie mit der Kraft, die im Lehrsatze bestimmt ist (27) folglich auch das im Gefässe.

II. F. Man setze an L eine wagrechte Röhre LV an, die also auf L senkrecht stehet, und krümme sie in eine lothrechte VN; das Wasser in VN druckt vermittelst des wagrechten Wassers VL so stark auf L als der Lehrsatz angibt, und das Wasser in dem

Gefässe druckt auf L mit gleicher Stärke hinauswärts.

III. F. Man setze an das Gefässe AMB ein anders von willkührlicher Gestalt PHSO an, daß jenes in H berühret; so wird eine senkrechte Röhre auf die äusere Seite dieses neuen Gefässes in H gesetzt über den Horizont aufwärts fallen, und folglich H von dem Wasser in dem neuen Gefässe vermöge des I. Falles nach der Bedingung des Lehrsatzes gedruckt werden. Weil aber das Wasser in beyden Gefässen im Gleichgewichte ist, wenn es in beyden von einer wagrechten Ebene ODNCDE begränzt wird, so druckt das Wasser in dem Gefässe AMB so stark auf H als das im Gefässe OSHP.

29. Zus. Die Aufgabe (24) läßt sich auf ein kleines Theilchen in der Seite des Gefässes vermöge des nur Gewiesenen anwenden. Ein beträchtliches Stück von der Seite des Gefässes, verstattet nicht, daß man die Höhe des Wassers darüber durchgängig von gleicher Grösse annehme, und erforderte also weitläuftigere Untersuchungen. Belidor. Archit. Hydraul. I. B. 3. C. 3. Abth.

Vom Gleichgewichte flüssiger Materien von verschiedener Art.

30. Lehrs. Wenn sich die eigenthümlichen Schweren, (grauitates specificae; Mech. 10.) zwoer Arten von Materien wie G: g; verhalten, und eine gewisse Menge der ersten Materie den Raum V; der zweyten aber den Raum

V;

v; ausfüllt, endlich ihre Gewichte P; p; heiſſen, ſo iſt P : p = G. V : g. v.

Bew. Die Menge der erſten Materie. welche den Raum v ausfüllt, habe das Gewicht x; ſo iſt vermöge der angenommenen Verhältniß der eigenthümlichen Schweren, x : p = G : g und
P : x = V : v (Mech. 11.) alſo
P : p = G. V : g. v (Ar. V. 50.).

31. Anm. Man nennt die eigenthümlichen Schweren auch die Dichtigkeiten, und ſagt alſo: Die Gewichte verhalten ſich wie die Producte aus den Dichtigkeiten in die Räume.

Wie vielmahl ein Land mehr oder weniger bevölkert iſt als ein anderes, das ſchätzt man aus den Mengen der Menſchen in ihnen, mit den Gröſſen der Länder verglichen. Die Bevölkerung iſt die Dichtigkeit der Leute in einem Lande, alſo können V, v; P, p; G, g; für zwey Länder: die Flächen derſelben, die Mengen der Menſchen in beyden, und die Bevölkerungen bedeuten. Da iſt alſo

$$G : g = \frac{P}{V} : \frac{p}{v} = P.v : p.V.$$

Nach Krügers tal om folkbriſten (S. Gött. gel. Anzeig. 1760. 434. S.) iſt Engelland neunmahl kleiner als Schweden, und enthält 7. Millionen Einwohner, da Schweden nur 3. hat. Gehören alſo die groſſen Buchſtaben Engelland, die kleinen Schweden zu, ſo iſt V : v = 1 : 9; P : p = 7 : 3 alſo G : g = 7.9 : 3.1 = 21 : 1 oder Engelland iſt 21mahl ſtärker bevölkert als Schweden.

32. Lehrſ. Wenn in dem Gefäſſe ABC 7. F. ein flüßiges Weſen von leichterer Art den Raum DBE und eines von ſchwererer Art den Raum DEGF ausfüllt, ſo daß beyder

Ober-

Oberflächen DE; FG, wagrecht sind, so wird jenes über diesen stehen bleiben.

Beyr. In dem untern sey KO wagrecht; Man stelle sich zwo benachbarte Säulen HIK; LMN vor, von diesen beyden Säulen sind die Stücken KI mit NM und IH mit ML im Gleichgewichte; folglich auch die ganzen.

33. Zus. Wenn auf die Oberfläche DE das schwerere flüßige Wesen geschüttet wird, so kann dieses nie so geschehen, daß es sich in einem Augenblicke über DE wagrecht ausbreitete; so bald also ein Tropfen z. E. V auf eine gewisse Stelle der Oberfläche DE fällt, so bemüht sich derselbe zu sinken, und weil jeder gleichgrosse Tropfen des leichtern flüßigen Wesens unter V mit einer geringern Gewalt in seiner Stelle erhalten wird, als die Gewalt ist, mit welcher V sinken will (21), so muß jeder dieser Tropfen nach und nach dem V weichen, und solchergestalt sinkt das ganze schwerere flüßige Wesen durch das leichtere zu Boden.

34. Zus. Wäre Gegentheils V ein Tropfen eines flüßigen Wesens von leichterer Art als unter DE ist, so wendete er weniger Gewalt zu sinken an, als jeder Tropfen unter ihm anwendet sich in seiner Stelle zu erhalten, und also sinkt er nicht, sondern das leichtere flüßige Wesen breitet sich über der schwerern Oberfläche DE aus.

35. Aufg. In der Röhre ABCD 8. F. linken Schenkel AB befinde sich ein flüßiges Wesen, dessen Dichtigkeit k, und im rechten Schenkel

eines

eines dessen Dichtigkeit m ist; Jenes habe seine Oberfläche in G, dieses in S, und ohne sich zu vermischen, drucken sie vermittelst eines dritten flüßigen Wesens, das in dem Theile BCI ist, gegeneinander; B und I sind nehmlich in einer wagrechten Ebene; Man fragt, wie sich die Höhen IS; BG; verhalten.

Aufl. Man stelle sich einen dritten Schenkel EF vor, dessen Grundfläche bey E, der Grundfläche des Schenkels AB bey B gleich sey; und der so viel flüßiges Wesen von der Dichtigkeit m enthalte; als mit dem flüßigen Wesen von der Dichtigkeit k im Schenkel AB im Gleichgewichte ist. Dieses flüßige Wesen im Schenkel EF stehe bis an H; und r mag die Grundfläche bey E oder bey B, wie s die bey I bedeuten; So ist die Kraft, mit welcher das flüßige Wesen im Schenkel EF auf die Grundfläche druckt = EH. r. m und die, mit welcher das flüßige Wesen im Schenkel AB auf die Grundfläche druckt = BG. r. k (20; 30) also wegen des Gleichgewichtes EH. r. m = BG. r. k und EH : BG = k : m; Nun stehet das flüßige Wesen in den Schenkeln EF, ID, auf einer Höhe (20) also ist IS = EH und IS : BG = k : m oder die Höhen verhalten sich verkehrt wie die Dichtigkeiten.

36. Zus. Wären nur zwey flüßige Wesen, eines ABI; das andere IS; so würde die Oefnung bey I von dem im rechten Schenkel mit der Gewalt IS. m. s und von dem im linken mit der Gewalt AB. k. s gedruckt, also wäre wieder IS : AB = k : m.

37. Zus.

37. Zus. Wenn man also die Höhen AB; IS mißt, so lassen sich dadurch die eigenen Schweren zweyer flüßigen Wesen vergleichen.

Vom Gleichgewichte flüssiger Körper mit festen, die sich in ihnen befinden.

38. Lehrs. Wenn sich ein fester Körper wie V. 9. F. in einem flüßigen befindet, so ist die Gewalt, welche der flüßige anwendet, den festen in die Höhe zu treiben, so groß als das Gewichte derjenigen Menge dieses flüßigen Wesens, welches den Raum ausfüllen könnte, den der feste Körper in ihm einnimmt.

Bew. Wäre der Raum, den V im flüßigen Wesen einnimmt, mit dem flüßigen Wesen selbst ausgefüllt, so erhielte sich die Menge des flüßigen Wesens, welche diesen Raum ausfüllte, durch ihr Gewichte gegen den Druck des flüßigen Wesens, das sie umgibt (21); die Gewalt also, welche aus diesem Drucke entstehet, das, was den Raum von V ausfüllt, in die Höhe zu treiben, muß so stark seyn als das genannte Gewichte, und da sie einerley bleibet, der Raum mag mit etwas Flüßigen oder mit etwas Festen angefüllt seyn, so leidet auch der feste Körper im Raume V eben diese Gewalt.

39. Zus. Ein Körper von schwererer Art als ein flüßiges Wesen sinkt darinnen zu Boden, aber mit geringerer Gewalt als er in einem leeren Raume sinken würde: Es sey sein Gewicht = p, das

Gewicht

Gewicht eines gleich grossen Raumes mit dem flüßigen Wesen ausgefüllt = m, so ist die Gewalt, mit der er sinkt, = p − m; mit dieser kann er also im flüßigen Wesen erhalten werden.

40. Zus. Wenn von einem andern flüßigen Wesen, die Menge, welche den Raum des Körpers ausfüllt, das Gewicht n hätte, so würde der Körper darinnen das Gewicht n verlieren oder p − n übrig behalten.

41. Zus. Zweene gleichgrosse und schwere Körper, bleiben nicht im Gleichgewichte, wenn sie an einer Wage in zwey flüßige Wesen von verschiedener Art gehenkt werden, sondern der bekömmt einen Ausschlag, der in dem leichtesten henkt (40).

42. Aufg. Die eigenen Schweren verschiedener flüßigen Wesen mit einander zu vergleichen.

Aufl. Man wiege einerley festen Körper, der aber von schwererer Art als jedes der flüßigen Wesen ist, in allen ab, so verhalten sich die gesuchten eigenen Schweren, wie die Gewichte, welche er in jedem verlieret (39).

Exempel. Ein Klumpen Glas verliert im Wasser 722 Gran; in Milch 744 Gr; in Terpentinöl 628 Gran (Gravesande El. Phys. L. II. c. 4.) also verhalten sich die eigenen Schweren dieser Materien wie 722 : 744 : 628; d. i. wenn man diese Zahlen halbirt; wie 361; 372; 314; oder wie $1 : \frac{372}{361} : \frac{314}{361}$ oder beynahe wie 10000 : 10304 : 8698.

43. Zus.

43. Zus. Wenn man den Körper, der in dem flüßigen Wesen abgewogen wird, ausrechnen kann, so findet man solchergestalt wieviel eine gegebene Menge des flüßigen Wesens wiegt, z. E. ein Cubikzoll, wenn er ein Cubikzoll ist; und wenn man dieses nur bey einem Flüßigen gethan hat, so kann man aus (42) durch die Regel Detri berechnen, wieviel jede gegebene Menge der andern flüßigen Wesen wiegt.

Exempel. Ein Cubikfuß Milch wird aus (23) ohngefähr $\frac{10304.64}{10000} = 65,9$ Pfund wiegen.

44. Anm. Die Handgriffe und Vorrichtungen zu diesen Versuchen müssen in der Naturlehre umständlicher gewiesen werden, wo man auch lernet, was die Erfahrung bey verschiedenen flüssigen Wesen dieserwegen gewiesen hat.

45. Anm. Wenn man ein hohes Gefäß mit einem flüssigen Wesen anfüllt, und einerley Körper vermittelst eines langen Fadens oder eines Pferdehaares, unten bey dem Boden des Gefässes, und nachgehends oben bey der Oberfläche abwieget, so müßte er unten mehr als oben verlieren, wofern das flüssige Wesen unten dichter als oben wäre, d. i. wofern die untern Theile von den obern zusammengedrückt würden. Die Erfahrungen, die man bisher davon angestellt hat, zeigen bey Wasser keine dergleichen Zusammendrückung. Wolf El. Hydrost. §. 72.

46. Aufgabe. Die eigenen Schweren verschiedener Materien, durch Abwägen im Wasser mit einander zu vergleichen.

Aufl. Die eigenen Schweren zwoer Materien sollen sich wie A:B verhalten; die eigene Schwere

des

des Wassers mag C heissen; In freyer Luft soll die erste Materie des Gewichts a, die zweyte das Gewicht b haben, und jene das Gewicht α, diese das Gewicht β im Wasser verlieren; So ist

A : C = a : α (39.) und

C : B = β : b also A : B = aβ : αb (Ar. V. 50)

47. Zus. Wenn a = b; so ist A : B = β : α oder die eigenen Schweren zwoer Materien, von denen man am Gewichte gleichviel genommen hat, verhalten sich verkehrt wie das, was jede im Wasser verliert.

48. Ex. 137 Gran Gold verlieren im Wasser $7\frac{1}{4}$ Gr.

248 . . . Silber = = = = = = = 24 Gr.

(Gravesl. Phys. L. II. c. 5.) hier ist a = 137; $\alpha = \frac{29}{4}$

b = 248; β = 24; also A : B = $137.24 : \frac{248.29}{4}$

= 137.24 : 62.29 = 137.12 : 31.29 = 1644 : 899 = 10000 : 5462.

49. Anm. Vergleichungen der eigenen Schweren verschiedener Körper findet man bey den Naturforschern: Hier ist die welche Boerhave, El. Chym. T. I. p. 39. ed. Lips. mittheilet.

☉	19636	♀	8843
☿	14019	♂	7852
♄	11345	♃	7321
☾	10535	Glas	2805
oder	11087	Wasser	1000

Das Wasser ist durch die Luftpumpe von Luft gereiniget. Das Quecksilber weicht unter allen uns bekannten Körpern nur dem Golde an Schwere; wollte man also seine Schwere nach (42) erfahren, so müßte man Gold dazu brauchen;

Man kann aber auch einerley Gefäß gleich voll mit Wasser und mit Quekfilber gefüllt wiegen.

50. **Anm.** Bey den Metallen läßt sich noch eine andere Art anbringen, ihre Schweren zu vergleichen; Man macht nähmlich von ihnen gleich dicke Cylinder, welches sich durch das Drathziehen bewerkstelligen läßt; man macht ferner diese Cylinder genau von gleichen Gewichte, so verhalten sich die eigenen Schweren der Metalle verkehrt wie der Cylinder Länge. Es seyn zweyer solchen Cylinder Längen L; l; die eigenen Schweren ihrer Metalle G; g; weil die Cylinder gleich dicke sind, so verhalten sie sich wie L : l (G. 60. S. 4. Z.) und ihre Gewichte L. G : l. g (30) also ist wegen derselben Gleichheit L : l = g : G.

51. **Anm.** Wenn man das Gewicht eines Cubikzolles Wasser gefunden hat (43), so kann man das Gewicht eines Cubikzolles oder jeder andern gegebenen Menge der Körper in (49) finden. Dieses liesse sich auch unmittelbar bewerkstelligen, wenn man von diesen Materien Würfel oder andere geometrische Körper machte. Hier sind die Schweren eines Cubikfusses verschiedener Materien aus Bions mathematischer Werkschule II. Buch am Ende; im Pariser Maaß und Gewichte; das Pfund zu 16. Unzen; die Vergleichung des Pariser Gewichts mit andern kann man aus der Tafel anstellen, die von Clausberg demonstrativ. Rechenkunst 1142. §. mitgetheilet hat. Ueberhaupt aber ist wegen der grossen Sorgfalt, welche diese Versuche erfodern, und der verschiedenen Reinigkeit der Materien keine vollkommene Schärfe zu erwarten.

	Pf.	Unz.
Gold	1326	4
Quekf.	946	10
Bley	802	2
Silber	720	12
Kupfer	627	12
Eisen	558	
Zinn	516	2

	Pf.	Unz.
weisser Marmor	188	12
gehauener Stein	139	8
Gyps	85	
Ziegelstein	127	
Wasser a.d. Seine	69	12
Seewasser	70	10
Wein	68	6

Ver-

Verschiedener mineralischer Körper Schweren findet man in einem Anhange zu Henkels Kieshistorie.

John Robertson hat Leute, die er zuvor gewogen in ein Parallelepipedum mit Wasser treten lassen, gemessen wieviel sich alsdenn das Wasser erhoben, und so die Verhältniß der eigenen Schwere eines Menschen zur eigenen Schwere des Wassers gesucht. Er erkennt aber seine Versuche selbst nicht für gar zu richtig, und schließt daraus nur, was schon zuvor bekannt gewesen ist, daß ein Mensch ordentlich etwas leichter sey, als das Wasser dessen Raum er einnimmt. Phil. Transact. for 1757. art. V.

52. Aufg. Zum vorausgesetzt, daß zwey Metalle, die man mit einander vermischt, in der Vermischung einen Raum einnehmen, welcher der Summe der Räume, die sie einzeln einnahmen, gleich ist, oder daß jedes Metall in der Vermischung noch eben soviel Raum ausfüllt als es einzeln ausfüllte; soll man aus dem Verluste, den ein gegebenes Gewicht einer Vermischung aus zwey bekannten Metallen im Wasser leidet, finden, wieviel von jedem Metalle in ihr enthalten sey.

Aufl. Des Metalles A Gewicht a verliere im Wasser α

B b β

der Vermischung M m μ

Es sey aber in der Vermischung das Gewicht x des Metalles A und also m − x des Metalles B enthalten. So ist, vermöge der Voraussetzung, der Ver-

luſt, den das Gewichte x des Metalles A leidet $= \frac{\alpha x}{a}$ und der, welchen das Gewicht $m-x$ des Metalles B leidet $= \frac{(m-x).\beta}{b}$; alſo

$\frac{\alpha x}{a} + \frac{m-x}{b}.\beta = \mu$ oder $\alpha b x + a m \beta - \alpha \beta x =$ $\mu a b$ oder $(\alpha b - a \beta)\, x = (\mu b - m \beta).\, a$ und $x = \frac{\mu b - m \beta}{\alpha b - a \beta}.a$

Exempel. Wenn 37 Pfund Zinn im Waſſer 5 Pfund; und 23 Pfund Bley im Waſſer 2 Pfund verlieren; ferner eine Miſchung aus Zinn und Bley von 120 Pfund; im Waſſer 14 Pfund verlieret; ſo iſt $a = 37$; $\alpha = 5$; $b = 23$; $\beta = 2$; $m = 120$; $\mu = 14$ alſo $x = \frac{23.14 - 2.120}{23.5 - 2.37}$.

$37 = \frac{82}{41}.37 = 74$ und die Menge des Bleyes $120 - 74 = 46$.

53. **Anm.** Die Art der Metalle muß bekannt ſeyn, und es müſſen nur zwey Metalle ſeyn, wenn dieſe Aufgabe ſo ſoll aufgelöſet werden; Ihre Erfindung ſchreibt Vitruvius 9. B. 3. C. dem Archimedes zu.

54. **Anm.** Aber die Vorausſetzung iſt wenigſtens nicht bey allen Metallen richtig; welches ſo viel ich weiß ein paar deutſche Chymiſten, Glauber und Becher zuerſt bemerkt haben. S. Einſporns Unterſuchung, wie weit

durch

durch Wasserwägen der Metalle Reinigkeit könne bestimmt werden; Brand hat in den Abhandlungen der Schwedisch. Akad. der Wissensch. 1744; 211. S. meiner Uebersetzung dieſe Aufgabe auf das Probiren des Zinnes anwenden wollen; Ich habe aber in meinen beygefügten Anmerkungen gewiesen, daß seine Versuche selbst mit der Voraussetzung nicht übereinstimmen. Man ſ. auch Gellert de denſitate mixtorum cet. Comm. Ac. Petrop. T. XIII. p. 382. Kraft de denſitate metallor. permixtor. ib. T. XIIII. p. 252. Hahn de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Zur Erläuterung dienet, was Römer schon bemerkt hat, wie Horrebow in ſ. El. Phyſ. anführt, daß eine Kanne Salzwasser und eine Kanne süsses Wasser zusammengegossen, weniger als zwo Kannen ausmachen.

55. Zuſ. Ein Körper von leichterer Art geht im flüßigen Wesen in die Höhe (38); wenn p und m eben das, wie in (39) bedeuten, so ist die Kraft, die ihn in die Höhe treibt $=m-p$ oder so stark muß eine Gewalt seyn, die ihn zurückhalten soll, daß er nicht steiget.

56. Zuſ. Für einen Körper von einerley Schwere mit dem Wasser wäre $p=m$; also wird er weder sinken noch steigen, sondern in jeder Stelle, wo man ihn hingebracht hat, stehen bleiben.

57. Anm. Man kann nähmlich überhaupt die Gewalt, mit welcher jeder Körper im Wasser sinken will, nach (39) $=p-m$ seßen. Sie wird $=o$ in (56) und in (55) verneint; daher sich auch das Sinken alsdenn in ein Steigen verwandelt (Arithm. I. 90.).

58. Aufg. Zu finden, wie tief sich ein Körper AC 10. F. der leichter als Wasser ist, im Wasser senkt.

Aufl. Das Stück BC, das sich von ihm im Wasser befindet, muß sich in seiner Stelle durch eine Kraft erhalten, die dem Gewichte des Wassers, das diese Stelle ausfüllen könnte, gleich ist (38). Diese Kraft kann keine andere seyn als das völlige Gewicht des ganzen Körpers; folglich senkt sich der Körper so tief, bis der Raum BC, den er im Wasser einnimmt, mit Wasser ausgefüllt, so viel wiegen würde als der ganze Körper.

59. Zus. Die eigenen Schweren des Wassers und des Körpers verhalten sich wie der Theil von ihm, der sich ins Wasser senkt, zum Ganzen; dieses gibt ein neues Mittel verschiedener Materien eigne Schweren zu vergleichen, wenn man nur diese Theile genau genug abmessen kann.

60. Zus. Gleichschwere Körper von verschiedener Art, senken sich in einerley schwerern flüßigen Wesen gleichtief.

61. Zus. Bey gleich grossen festen Körpern verhalten sich die eigenen Schweren wie die Theile, die sich von ihnen in einerley flüßiges Wesen senken.

62. Aufg. Aus dem Gewichte eines Cubikfusses Wasser = m und der Grösse des eingetauchten Theiles eines festen Körpers (= u) das Gewicht des ganzen Körpers (= p) zu finden.

Aufl. Es ist p = m u (58).

63. Anm.

63. Anm. Man sieht leicht, daß statt des Gewichtes von einem Cubikfusse Wasser das Gewicht jeder gegebenen Menge gegeben seyn kann.

64. Zus. Ein Cubikfuß von der Materie des Körpers wiege = q; und der Raum, den der ganze Körper einnimmt, sey = v; es wird zum vorausgesetzt, daß er durchgängig aus einerley Materie besteht. So ist p = q v also q v = m u woraus ebenfalls (59) folgt.

65. Zus. Auch $u = \frac{p}{m}$ für die Grösse des eingetauchten Theils, wenn das Gewicht des Ganzen gegeben ist.

66. Zus. Eine schwerere Materie als Wasser kann im Wasser schwimmen, wenn sie in eine Gestalt, die inwendig eine Höhlung hat, z. E. einer hohlen Kugel gebracht ist, damit sie im Wasser einen Raum einnimmt, welchen auszufüllen ein grösseres Gewicht von Wasser gehören würde, als der Materie Gewicht ist.

Es sey ihr Gewicht = p; der Raum, in den sie ausgebreitet ist, ihre Höhlung mitgerechnet = z; das Gewicht eines Cubikfusses Wasser = m; also das Gewicht so viel Wassers als den Raum der Materie ausfüllt, = m z; ist dieses also so gegeben, daß die Materie gleich im Wasser schwimmen soll, (56) oder ist p = m z hat man $z = \frac{p}{m}$ für den gesuchten Raum, in den die Materie ausgebreitet werden muß.

Ex. Es sollen 30 Pfund Metall auf dem Wasser zu schwimmen, in die Gestalt einer Kugel gebracht werden. Man setze

$m = 70$ Pf. (nach 51.) so ist $z = \frac{3}{7}$ und $d^3 = \frac{6.3'}{7}.0,318309886183$ (G. 66. S. 5. Zus.)

$= 0',818511134$ also $d = 0'935$.

Nun kann man nach der Dicke der metallischen Schale, welche die hohle Kugel einschließt, fragen. Dieses kömmt auf die eigene Schwere des Metalles an. Ein Cubikfuß davon habe das Gewicht q, so hält die Masse $\frac{p}{q}$ Cubikfuß, der Durchmesser der Höhlung sey $= e$ und der Innhalt der hohlen Kugel $= f$; der Innhalt der Kugel, deren Durchmesser $= d$ ist; $= S$; so ist

$S - f = \frac{\pi.(d^3 - e^3)}{6}$ (G. 66. S.) aber $S - f = \frac{p}{q}$

also $\frac{p}{q} = \frac{\pi d^3}{6} - \frac{\pi e^3}{6} = S - \frac{\pi e^3}{6}$ oder $e^3 = \left(S - \frac{p}{q}\right).\frac{6}{\pi}$.

Exempel. Das Metall sey Eisen, so ist $q = 558$ (51), und $\frac{p}{p} = \frac{5}{9\,3}$ also $e^3 = \left(\frac{3}{7} - \frac{5}{9\,3}\right).\frac{6}{\pi}$. Es ist aber

$\frac{3}{7} =$

$\frac{3}{7}$ = 0,428571428571
$\frac{5}{93}$ = 0,053763440860

0,374807987711 mult. mit 6
gibt 2,248847926206 mult. mit
0,318309886183 (nach Ar. III. 13.)
gibt 0,715830525 8 also

e = o′,894 also d − e = o′,041 und davon die Hälfte, als die Dicke des Eisens = o′,0205.

67. Zus. Ein hohles Gefäß, das viel leichter ist als das Wasser, das seinen Raum ausfüllte, wird nicht nur für sich schwimmen, sondern auch Körper, die daran befestiget werden, erhalten, da sie sonst im Wasser untersinken.

68. Zus. Wenn man in ein solches hohles Gefäß Gewichte werfen kann, daß es sich in verschiedenen flüßigen Materien auf einerley Tiefe setzet, und also das u (65) für alle einerley ist, so lassen sich dadurch die eigenen Schweren flüßiger Körper mit einander vergleichen. Denn wenn diese eigenen Schweren sich wie m : M und die Gewichte, des Gefässes nähmlich nebst dem, was man hineingethan hat, wie p : P verhalten, so ist $\frac{p}{m} = \frac{P}{M}$ (65) also m : M = p : P. Hierauf beruhet Leutmanns Verfahren Comm. Ac. Sc. Petrop. T. V. p. 273.

69. Anm. Die gewöhnlichen Salzproben und andere Werkzeuge, mit denen man die Dichtigkeit flüßiger We-

sen untersucht (araeometra), senken sich in leichtern flüssigen Wesen tiefer, und werden insgemein besonders zu dem Gebrauche, zu dem sie bestimmt sind, zugerichtet.

70. Anm. Wie die Tiefe, auf welche sich ein Schiff ins Wasser senkt, aus 65. 68 zu beurtheilen ist, so sieht man hier die Verbindung dieser Lehre mit der Schiffbaukunst, deren vollständigere Anwendung aber höhere Kenntnisse erfodert. Man s. hievon Eulers Scient. naualem Cap. I. die Standhaftigkeit eines schwimmenden Körpers, daß er nähmlich nicht leicht umgeworfen wird, die sich eben auf diese Begriffe gründet, ist von Eulern; a. a. O. C. 3. betrachtet worden, wozu schon Stevin Tr. des Acrobariques Oeuvr. Vol. 2. p. 512. einen Anfang gemacht hat.

Die

Die Aerometrie.

1. Erf. Wenn man die Hand oder eine andere Fläche einigermassen geschwinde gegen das Gesicht zu beweget, so fühlet man, daß etwas an das Gesicht anstößt, ob man gleich nichts sieht, das das Gesicht berührte. Leichte Körper können durch dergleichen Bewegung fortgetrieben werden, und bewegen sich bekanntermassen durch das, was man den Wind nennet, ohne daß man den Körper sähe, der sie fortstößt.

2. Zus. Der Raum, in dem wir uns befinden, ist mit einer flüßigen (Hydr. 1.) Materie überall, wo wir Versuche anstellen können, erfüllt, die wir daselbst nicht sehen, und die alle Plätze ausfüllt, wo sie von keinem andern Körper ausgeschlossen wird.

3. Erkl. Diese Materie soll die **Luft** heissen, und die mathematische Kenntniß ihrer Eigenschaften, die **Aerometrie.**

4. Anm. Der Freyherr v. Wolf hat verschiedene mathematische Untersuchungen von der Luft, die vor ihm angestellt worden, nebst einigen eigenen gesammlet und 1709. unter dem Titel Elementa Aerometriae zu Leipzig herausgegeben. Seit dem ist es gewöhnlich worden, diese Wissenschaft als einen besondern Theil der Mathematik anzusehen.

5. Erkl. Eine gegebene Masse wird zusammengedruckt, wenn eine äuserliche Gewalt ihre Theile in einen engern Raum bringt; sie wird verdichtet,

ter, wenn dieses von der Kälte geschieht, und sie breitet sich aus, wenn sie, ohne mehr Theile zu bekommen, mehr Raum einnimmt.

6. Erkl. Ein flüßiger Körper heißt elastisch, wenn er sich zusammendrucken läßt, aber in diesem Zustande nicht bleibt, sondern sich ausbreitet, sobald die zusammendrückende Kraft aufhöret, oder so bald er sie überwinden kann.

7. Zus. Es muß also zwischen den Theilen des elastischen Körpers eine gewisse Kraft seyn, die sie auseinander treibt, wenigstens, wenn sie sich einander bis auf gewisse Entfernungen genähert haben. Wird nun diese Kraft grösser, wenn die Theile einander näher kommen, so wird sich der Körper mit stärkerer Gewalt auszubreiten suchen, wenn er mehr, als wenn er weniger zusammengedruckt ist. In der Folge wird gewiesen werden, daß die Erfahrung dieses lehret, und elastische Körper, die mehr zusammengedruckt werden, stärker bemüht sind sich auszubreiten, als wenn sie noch weniger zusammengedruckt waren. Bey festen elastischen Körpern kann man sich leicht davon überzeugen.

8. Zus. Wenn also die ausdehnende Kraft mit der Zusammendrückung wächset; so wird die Zusammendrückung so lange dauern, bis die ausdehnende Kraft der zusammendrückenden gleich ist, und in diesem Zustande wird sich jeder elastische Körper im Gleichgewichte mit dem, was ihm zusammendruckt, befinden.

9. Erf.

9. Erfahr. In ein Gefäß, darin man Wasser etwas hoch gegossen hat, z. E. einen hohen Napf stürze man ein leeres Spitzglas so, daß der Rand des Glases ringsherum die Oberfläche des Wassers zugleich berühret. Man drücke es solchergestalt gerade bis auf des Napfes Boden hinunter; so wird eine Kraft nöthig seyn, es in dieser Stellung zu erhalten. Läßt diese Kraft nach, so wankt das Glas und fällt um, wenn es nicht gehalten wird. Zugleich fahren von der Stelle, über der es stand, durch das Wasser Blasen in die Höhe und zerspringen auf des Wassers Oberfläche. Alsdenn steht das Wasser im Glase so hoch als im Napfe, (nach Hydr. 20.) zuvor befand sich zwar etwas Wasser im Glase, aber nicht so hoch wie ausen.

10. Erf. Dieses erfolgt nicht, wenn man des Glases Rand schief ins Wasser senket, so daß immer noch ein Theil von ihm auser dem Wasser bleibt, bis alle nach und nach ins Wasser gekommen sind. Alsdenn bleibt das Glas auf dem Boden ruhig stehen, ohne daß man es halten darf, und wenn man es gleich neiget, so fahren doch keine Blasen in die Höhe. Auch stehet das Wasser sogleich im Glase so hoch als im Napfe.

11. Lehrs. Die Luft ist elastisch.

Bew. Im Glase (9. 10.) ist Luft (3), welche also desselben Raum ausfüllt. Wenn man es nach (9) ins Wasser senket, so will Wasser hineindringen (Hydr. 20.), und dringt wirklich hinein (9), die Luft aber kann nicht heraus, weil ihr das Was-

ser

ser den Weg verschlossen hat: Also befindet sich im Glase soviel Luft als vorhin und noch Wasser dazu. Dieses könnte ohne Zusammendrückung der Luft erfolgen, wenn das Wasser in leere Zwischenräume der Luft, oder diese umgekehrt in leere Zwischenräume des Wassers träte; da aber Luft und Wasser von einander abgesondert bleiben, weil das Wasser nur den untersten Raum zunächst am Rande des Glases einnimmt, so muß die Luft zusammengedruckt werden. Es ist aber nichts, was das Glas zum Wanken bringen könnte, als diese zusammengedrückte Luft; weil es stehen bleibt, nachdem sie unter der Gestalt von Blasen herausgefahren ist (9), oder wenn man sie nach dem Maasse, wie das Wasser hineintrat, herausgelassen hat (10), folglich sucht die zusammengedrückte Luft sich auszubreiten, und ist also elastisch.

12. Anm. Dieses läßt sich noch durch andere, eben so einfache Erfahrungen darthun. Wenn man einen metallenen Cylinder, der an einem Ende verschlossen werden kann, hat, und in das andere Ende einen Stempel, welcher genau in den Cylinder paßt, hineinschiebt, so daß zwischen dem Stempel und des Cylinders innern Fläche keine Luft heraus kann; so läßt sich der Stempel durch äussere Gewalt hineintreiben; aber er bleibt nicht so stehen, sondern geht zurück, so bald diese Gewalt nachläßt, d. i. die Luft im Cylinder läßt sich durch ihn zusammendrücken, aber sie strebet ihn wieder zurücke zu stossen, und also sich wieder auszubreiten. Wenn sich an diesem Cylinder eine Oeffnung befindet, die man nach Gefallen mit einem Hahne verschliessen kann, so dringt die zusammengepreßte Luft überall heraus, wo auch die Oeffnung befindlich, und wie sie gegen den Horizont gekehrt ist, zum Beweise, daß sie sich nach allen Seiten und Gegenden ausbreitet. Endiget

sich

sich der Cylinder in eine enge Röhre, an die man eine Blase binden kann, so wird die Luft, die man zusammenpreßt und in die Blase hineintreibt, die Blase nach allen Seiten zu in eine runde Gestalt ausdehnen, welches eben das vorige darthut.

13. Erf. Man stecke eine Röhre, die an beyden Enden offen ist, in Wasser, welches in sie so weit hineintreten wird, so hoch es auser ihr im Gefässe steht (Hydr. 20.). Man verschliesse die obere Oeffnung der Röhre mit dem Finger und ziehe sie aus dem Wasser heraus, so wird kein Wasser aus ihr fliessen, ob sie gleich unten offen ist. So erfolgt der Versuch allemahl, wenn die Röhre unter 30 Rheinischen Fuß lang ist, und wenn man ihn auf die beschriebene Art anstellen will, wird man ohnedem nie Röhren nehmen, welche dieser Länge nur nahe kommen. So bald man den Finger hinwegnimmt, fällt das Wasser heraus. Oeffnete man die Röhre irgendwo an der Seite, so würde, soviel sich Wasser unter dieser Oeffnung befindet, herabfallen, obgleich der Finger oder etwas anders noch die obere Oeffnung verschlösse.

14. Zus. In dem Finger, oder was sonst die Oeffnung verschließt, kann so wenig eine Kraft seyn das Wasser zu erhalten, als in der innern Seitenfläche der Röhre. Also muß das Wasser von einer äusern Ursache in der Röhre erhalten werden: diese kann weder oben noch auf der Seite seyn, da es mit nichts äusern einige Verbindung hat, also muß sie unten seyn, d. i. es muß unten etwas gegen das Wasser, das herabfallen will, in die Höhe drücken.

15. Zus.

15. Zus. Da nun unten nichts als Luft ist, so drückt die Luft in die Höhe.

16. Zus. Wäre diese Kraft in die Höhe zu drücken bey der Luft eine ursprüngliche Kraft, und nicht die Folge einer andern; oder hätte die Luft für sich eine Kraft in die Höhe zu gehen, d. i. sich von der Erde zu entfernen, so würde alle Luft, welche sich jetzo um die Erde befindet, den nächsten Augenblick von ihr weggegangen seyn, und wir würden keine Luft mehr um uns haben, wenn nicht beständig, auf eine uns unbegreifliche Art, neue Luft erzeuget würde oder an die Stelle der vorigen aus der Erde empor stiege. Da niemand diese Gedanken hegen kann, so muß man sich gegentheils bey der Luft eine Kraft vorstellen, welche sie bey der Erde erhält, und aus der ein Druck in die Höhe entstehen kann.

17. Lehrs. Die Luft ist schwer.

Bew. Die Kraft in die Höhe zu drücken (15) muß bey ihr aus einer Kraft entstehen, die sie um die Erde herum erhält. Wäre die Luft um die Erde herum blos ruhig, ohne von irgend einer Kraft nach der Erde zu oder von ihr weggetrieben zu werden, so könnte daraus kein Druck irgend eines Theiles Luft in die Höhe entstehen. Eben so wenig könnte dieses erfolgen, wenn eine Kraft die Luft horizontal oder mit der Erdfläche parallel triebe. Aber wenn die ganze Luft herabsinken will, d. i. schwer ist, so entstehet daraus in jeder einzelnen Luftsäule, die dem Drucke der Luft um sie ausweichen will, ein Trieb in die Höhe zu gehen (Hydr. 21.), folglich

be-

beweiſet dieſer Trieb, in die Höhe zu gehen, die Schwere der umliegenden Luft.

18. Zuſ. Wäre über der Fläche BC 1. F. zwiſchen den Gränzen AB, DC, Luft eingeſchloſſen, daß ſie dieſelben nicht durchbrechen könnte, und wäre BA = CD die ganze Höhe der ſchweren Luft, ſo würde ſie in dem Raume ABDC ſo wirken wie ſchweres Waſſer in einem Gefäſſe (Hydr. 9.) und in jede Stelle V innerhalb dieſer Gränzen würde die umliegende Luft zu dringen trachten.

19. Zuſ. Alſo iſt die Luft in jeder Stelle V zuſammengedrückt, und zwar ſo weit, bis ihre ausdehnende Kraft dem Drucke der äuſern Luft gleich geworden iſt (8).

20. Zuſ. Die Luft VQ gerade über V druckt mit ihrer Schwere auf V herab; die unter V wird von einer Kraft, die dem Drucke der Luftſäule VQ über der wagrechten Linie VM gleich iſt, in die Höhe getrieben, und die, welche ſich unmittelbar an den Seiten von V befindet, wird von Luftſäulen über und neben ihr, die VQ zur Höhe haben, ebenfalls gepreßt, und ſucht damit ſie ihnen ausweichen kann, in den Raum V zu dringen. Alſo richtet ſich die Gewalt, mit welcher die Luft in den Raum V dringen will, überall nach der Höhe der Luftſäule VQ über V.

21. Zuſ. Iſt Z eine Stelle, die niedriger als V iſt, ſo reichet von Z bis an AD eine längere Luftſäule, alſo ſucht die umliegende Luft mit gröſſerer

Gewalt in den Raum Z als in den Raum V zu dringen (20).

22. Zus. Die Luft ist in einer niedrigen Stelle Z mehr zusammengepreßt und dichter als in einer höhern V (20) und strebet in der niedrigern stärker sich auszubreiten als in der höhern (19). In verschiedenen gleich hohen Stellen aber ist die Luft, in so fern es nur auf die bisher von ihr erwiesenen Eigenschaften ankömmt, gleich dichte.

23. Anm. Wenn man also Luft, wie sie sich bey der Erde befindet, in einem Gefässe, das einen Hahn hat, verschließt, solches auf eine Höhe trägt und daselbst öffnet, so muß Luft aus dem Gefässe herausfahren. Otto v. Guerike berichtet, daß er diesen Versuch angestellt habe. Exper. nou. Magd. de Spac. vac. cap. 30. l. 3. f. 113.

24. Zus. Wäre in V ein von Luft leeres Gefäß, und man öffnete solches, so müßte sogleich Luft hineindringen, so lange, bis die Luft, welche hineingedrungen wäre, so dichte geworden wäre, daß sie dem Drucke der umliegenden Luft wiederstehen könnte. Dieses macht begreiflich, warum sich überall an Stellen, wo unser Auge keine Körper sieht, Luft befindet.

25. Zus. Die Luft muß überall über der Erde gleich hoch stehen; wäre über AD 1. F. Luft, welche keine neben sich hätte, so würde dieselbe sich ausbreiten, so lange, bis sie die ganze Fläche AD bedeckt hätte.

26. Zus. Wenn die Erdfläche Kugelrund ist, so setzt sich die Luft um sie in Gestalt einer Kugel, die mit ihr einerley Mittelpunct hat, und weil sie sich solchergestalt rings um die Erde zusammenschließt,

so

so braucht sie keine Gränzen wie AB, DC 1. F. oder für jeden Theil der Erdfläche BC; sind die lothrechten Flächen AB; DC, Gränzen, zwischen denen die Luft ABDC durch den Druck der anliegenden Luft eben so gehalten wird, als ob es feste Wände eines Gefässes wären.

27. Erf. Eine Röhre, die über 32. Rheinl. F. lang ist, sey unten mit einem Hahne versehen. Man fülle sie mit Wasser, verschliesse sie alsdenn oben, und setze sie unten in ein Gefäß mit Wasser. Wenn man den Hahn öffnet, wird das Wasser bis auf die Höhe von ohngefähr 31. F. über die Oberfläche des Wassers im Gefässe herabsinken.

28. Zus. Die Luft drückt auf das Wasser im Gefässe (7) und erhält dadurch das in der Röhre. Die ganze Luftsäule also, welche über dem Wasser im Gefässe stehet, und bis an das Ende der Luft reicht, muß so stark drucken als die Wassersäule, deren Grundfläche die Oeffnung der Röhre und die Länge 31. bis 32. F. ist. Es sind hier nähmlich zweyerley flüßige Materien miteinander im Gleichgewichte, da die leichtere höher steht, ohngefähr wie (Hydrost. 35).

29. Zus. Der Druck der Luft ist nicht vermögend, das Wasser höher als auf 31. bis 32. F. zu erhalten.

30. Anm. Diese Bestimmung des Drucks der Luft hat man dem mißlungenen Versuche eines florentinischen Gärtners zu danken. Er wollte eine Pumpe machen, die das Wasser höher als 18. Ellen heben sollte, und als solches nicht anging, befragte er den Galiläus, welcher bald entdeckte, daß die Gewalt, welche das Wasser in Pumpen

hebt, auf diese Art eingeschränkt wäre, gleichwohl aber sich noch von der wirkenden Ursache hiebey falsche Begriffe machte.

31. Anm. Diesen grossen Versuch anzustellen, gehören besondere Kunstgriffe und Vorrichtungen. Der seel. Pr. Hausen in Leipzig, bey dem ich ihn gesehen habe, gebrauchte dazu starke messingerne Röhren, die aneinander geschraubt wurden, bis sie die gehörige Länge erreichten. Zwischen sie ward um die Schrauben nasses Leder gelegt, das Eindringen der Luft abzuhalten. Zu oberst ward eine starke gläserne Röhre angeschraubt, die oben wie eine Glocke gebildet war. Herr Prof. Winkler in Leipzig besitzt jetzo diese Maschine. Folgender Versuch thut eben das mit leichtern Umständen dar.

32. Zus. Weil Quecksilber ohngefähr 14 mahl so schwer als Wasser ist (Hydr. 49), so wird es durch eben den Druck der Luft 14 mahl niedriger gehalten werden. Nun ist $\frac{32.12''}{14} = \frac{32.6''}{7} = 27'' \frac{3}{7}$; also wird der Druck der Luft, Quecksilber ohngefähr auf 28'' erhalten.

33. Anm. Wollte man zu dieser Absicht eine gläserne Röhre, die über 28 Zoll lang ist, durch Saugen füllen, so müßte man sie sehr schief legen, damit ihr oberes Ende nur wenig über das untere erhoben wäre, denn so brauchte man nur so stark zu saugen, als ob man das Quecksilber so hoch erheben wollte, so viel diese Höhe des obern Endes über das untere beträgt (Hydr. 27.).

34. Anm. Auf diese Art hat des Galiläus Schüler Euangelista Torricellius den Versuch angestellt, daher man dergleichen Röhren mit Quecksilber, torricellianische, und den leeren Raum, der über dem Quecksilber entsteht, vacuum torricellianum genannt hat.

35. Erf.

35. Erf. Man binde eine Lammsblase, in der etwas weniges Luft ist, fest zu, und nähere sie einem Kohlenfeuer; wobey man sie nach und nach wenden kann, daß sie auf allen Seiten gleich warm wird, ohne auf einer zu verbrennen: Sie wird sich nach und nach ausdehnen, und wenn die Menge der Luft in ihr groß genug seyn und stark erhitzt werden sollte, zerspringen.

36. Zus. Die Luft wird von der Wärme ausgedehnt, oder, eine gegebene Menge Luft nimmt warm einen grössern Raum ein als kalt, und ist, so lange sie warm ist, vermögend, einer dichtern kalten Luft das Gleichgewicht zu halten.

37. Zus. Gefässe, die sich in eine enge Röhre endigen, und sich also sonst nicht gut mit Wasser füllen lassen, weil Luft und Wasser bey ihnen einander nicht ausweichen können, dienet, daß man sie erwärmet, und alsdenn die Röhre in Wasser stellt. Durch die Wärme ist die Luft im Gefässe verdünnt worden (36), es befindet sich also darinnen weniger Luft als sonst in der Gegend, wo sich das Gefässe befindet, die die Höhlung des Gefässes ausfüllen würde. Diese wenige Luft hält, so lange sie warm ist, der kältern äusern das Gleichgewicht, und erhält sich dergestalt in dem grössern Raume den sie ausfüllt (36). Wenn sie aber nach und nach kalt wird, vermindert sich ihre ausdehnende Kraft und sie gibt also dem Drucke der äusern Luft nach. Kann die äusere Luft durch die Röhre hineindringen, so wird sie solches thun, bis innen und aussen die Luft gleich

dicht ist (24). Steckt aber die Röhre in Wasser, so wird die äusere Luft auf das Wasser drücken, und soviel hineintreiben, als nöthig ist den Raum auszufüllen, den die innere Luft, nachdem sie erkaltet ist, leer läßt. Es versteht sich, daß man bey diesem Versuche die Materie des Gefässes in Betrachtung ziehen muß, da erhitztes Glas von der Benetzung springt.

38. Anm. Durch dieses Verfahren läßt sich bestimmen, wie weit die Luft durch die Hitze ausgedehnet wird. So hat Robins gefunden, daß die Luft in der Höhlung eines weißglüenden Eisens viermahl stärker ausgedehnt ist als zuvor, da dieses Eisen kalt war. S. Eulers erläuterte Artillerie 1. Cap. 5. Satz.

Von der Luftpumpe.

39. Aufg. Ein Werkzeug anzugeben, damit sich die Luft in einem Gefässe verdünnen läßt.

Aufl. In den metallenen Cylinder AB bringe man einen Stempel K der genau hineinpaßt, und sich vermittelst der Stange IK darinnen hin und her bewegen läßt. An dem Cylinder befinde sich eine engere Röhre CD die in eine andere DE rechtwinklicht gebogen sey; und die Oeffnung E gehe in einen meßingenen Teller F; auf den man eine gläserne Glocke G so setze, daß zwischen ihrem Rande und dem Teller keine Luft durch kann. Endlich befinde sich in der Röhre CD ein Hahn H, welcher auf zweyerley Art durchbohrt ist, einmahl daß ein Weg

durch

durch ihn aus dem Cylinder in die Röhre nach D und rückwärts; aber keiner in die freye Luft geht, und zweytens, daß ein Weg durch ihn aus dem Cylinder in die freye Luft, aber nicht weiter in die Röhre nach D geht. Nun stelle man den Hahn so, daß der erste Weg offen ist, indem zugleich der Stempel an dem Boden B des Cylinders liegt; Man ziehe den Stempel heraus bis an A; weil dadurch der Raum BA leer wird, so wird sich die Luft in der Glocke und der Röhre ausbreiten, und den Raum BA mit ausfüllen, bis sie durchaus in dem Raume der Glocke, der Röhre und des Cylinders gleich dichte ist (19.24). Nun bringe man den Hahn in die Stellung, daß nur der zweyte Weg offen ist, und stosse den Stempel wieder in den Cylinder hinein von A nach B; so wird die Luft aus dem Cylinder in die freye Luft getrieben. Diese Arbeit heißt eine Auspumpung (exantlatio); Wiederhohlt man es also, so wird jedesmahl die Luft, die noch unter der Glocke ist, und in der Röhre mit bis an H reicht, sich mit durch den ganzen Cylinder ausbreiten, und folglich nur ein Theil von ihr unter der Glocke bleiben, der aber, der in den Cylinder getreten war, jedesmahl fortgetrieben werden, daß also der Luft unter der Glocke immer weniger und weniger wird.

40. Aufg. **Zum vorausgesetzt, daß die Luft bey jeder Auspumpung sich aus der Glocke und der Röhre anliegendem Theile gleichförmig durch den ganzen Cylinder ausbreitet; zu finden, wievielmahl die Luft unter der Glocke**

nach einer gegebenen Zahl Auspumpungen verdünnt ist.

Aufl. Die Luft, die, ehe man auszupumpen anfängt, unter der Glocke und dem anliegenden Theile der Röhre, bis H, befindlich ist, die erste Luft, die mit der äussern gleich dichte ist, heisse f, die Luft, die in eben dem Raume nach einer gegebenen Zahl Auspumpungen noch befindlich ist, sey $= p$; und die Luft, die darinnen nach der nächsten Auspumpung, durch welche p genöthiget wurde sich mit in den Cylinder auszubreiten, befindlich ist, sey $= r$; der Raum der Glocke und der Röhre bis H sey $= a$; der Röhre von H bis B, und des Cylinders, so weit ihn der zurückgezogene Stempel leer machen kann $= b$; so ist $p : r = a + b : a$ oder $r = \frac{ap}{a+b}$ dafür ich cp schreiben will: folglich bey der ersten Auspumpung $p = f$ und $r = cf$; bey der zweyten; $p = cf$ und $r = c.cf = c^2 f$ bey der dritten $p = c^2 f$ und $r = c.c^2 f = c^3 f$ und so erhellt, daß bey jeder Auspumpung mit c von neuem muß multiplicirt werden. Also ist nach n Auspumpungen $r = c^n f$; oder $\frac{r}{f} = c^n = \left(\frac{a}{a+b}\right)^n$

41. Zus. Folglich $\frac{f}{r} = \left(\frac{a+b}{a}\right)^n$ und $\log \frac{f}{r} = n \log \frac{a+b}{a}$.

Exempel.

Exempel. Es sey a = b also a + b = 2 a; ferner $n = 10$ so ist $l \frac{f}{r} = 10 . l 2 = l 1024$ oder wenn Glocke und Cylinder gleichweit sind, so ist die Luft nach 10 Arbeiten 1024 mahl dünner als anfangs.

42. Zus. Die Verdünnung zu beschleunigen, ist also nöthig, daß die Glocke in Vergleichung mit dem Cylinder klein ist.

43. Zus. Die Luft wird auf diese Art nicht gänzlich weggenommen, sondern nur verdünnt. Die Verdünnung läßt sich aber so weit treiben, daß die noch übrige Luft keine merkliche Wirkung haben kann, wofern nur die Maschine so beschaffen ist, daß die Luft, so verdünnt sie auch seyn mag, immer noch weggenommen wird.

44. Anm. Die torricellische Leere (34) ist also reiner als die gegenwärtige, die insgemein die Boylische heißt, ob sie gleich eigentlich die Guerikische heissen sollte, weil der magdeburgische Bürgermeister Otto Guerike der erste Erfinder der Luftpumpe ist, die Boyle nach ihm mit einigen Veränderungen weiter bekannt gemacht hat.

45. Aufg. Die Luft in einem Gefässe zusammen zu drücken.

Aufl. Man richte ein Gefässe, z. E. eine metallene Kugel, dergestalt zu, daß man es etwa mit einem Halse an das Ende E der Röhre der Luftpumpe anschrauben kann: Man versehe es auch mit einem Hahne; Nun arbeite man mit der Luftpumpe nur in umgekehrter Ordnung: Nachdem man nähmlich den Hahn der Luftpumpe so gestellt hat, daß der

Weg aus dem Cylinder in die freye Luft offen ist, so ziehe man den Stempel von B nach A heraus; Solchergestalt wird sich der Cylinder aus der umher befindlichen Luft anfüllen. Nun stelle man den Hahn so, daß nur der Weg aus dem Cylinder in das Gefäß offen ist, und stosse den Stempel von A nach B hinein, so wird man die Luft aus dem Cylinder in das Gefäß treiben. Durch die Wiederhohlung dieser Arbeit wird sich also die Luft zusammendrücken lassen, und vermittelst des Hahns am Gefässe kann man diese zusammengedrückte Luft darinnen verschliessen, und nach Gefallen herauslassen.

46. **Anm.** Ich habe diese Art von Luftpumpen zuerst beschrieben, weil sie am leichtesten zu verstehen sind, weil man sie noch häufig bey den Naturforschern findet, und sie lange Zeit sind gebraucht worden; Man pflegt sie senguerdische; holländische, oder auch mit liegenden Cylindern zu nennen; Senguerd zu Leiden hat sie vornehmlich auf die beschriebene Art zugerichtet. Ausführlichere Kenntniß von verschiedenen Umständen bey ihnen, muß man aus besondern Schriften, z. E. Leupolds Beschreibung der Luftpumpe Leipz. 1707. ders. Fortsetz. u. a. m. erlangen. Jetzo ziehet man ihnen die englischen mit stehenden Cylindern vor, von denen ich nun das nöthige sagen muß. Hieher gehört Hr. Ge. Mor. Lowitz Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen, Nürnb. 1754. Nollet sur les instrum. propres aux exper. de l'air. Mem. de l'Ac. des Sc. 1740. &c.

47. **Erkl.** Wenn eine Oeffnung dergestalt verschlossen wird, daß ein flüßiges Wesen nach einer Richtung durch sie durchgehen kann, aber sich selbst

den

den Weg versetzt, wenn es nach der entgegengesetzten Richtung durch die Oeffnung zurück will, so heißt man diese Vorrichtung ein Ventil oder eine Klappe.

48. Aufg. Ein Ventil für die Luft zu machen.

Aufl. Der metallene Ring EFGH 3. F. der in der Mitte die Oeffnung IK hat, befinde sich an dem Ende eines Cylinders, in welchem ein Stempel oder Kolben, der genau in den Cylinder paßt, hin und her kann getrieben werden; die Seite des Ringes, welche nach dem Cylinder zugekehrt ist, will ich die obere nennen. Seine untere gränze an einen eingeschlossenen Raum, in dem sich Luft befindet. Man spanne über die Oeffnung IK ein Stück nasse Blase, das man an dem Rande des Ringes wie A, B, C, D, befestigen kann; so daß es sich mit einiger geringen Gewalt in die Höhe heben läßt. Wenn man nun den Stempel aus dem Cylinder herauszieht und damit in den Cylinder einen leeren Raum macht, so wird die Luft unter dem Ringe sich ausbreiten, und die Blase etwas in die Höhe heben, so daß sie zwischen ihr und dem Ringe durch die Oeffnung herauf über die Blase in den Cylinder tritt. Wollte man aber gleich diese Luft durch Zurückstossung des Stempels, wenn solcher durchaus dichte wäre, zurücke treiben, so würde sie dadurch nur die Blase stärker auf die Oeffnung andrücken, und sich also den Rückweg verschliessen, wenn sie sich solchen nicht durch Zersprengung der Blase öffnete.

48. Anm. J. Smeaton hat verschiedene Verbesserungen bey der Luftpumpe Philos. Transact. Vol. 47. art. 69

an

angegeben, und ich werde das Vornehmste dieser Luftpumpe hier nach seiner Einrichtung beschreiben, nach welcher der geschickte Künstler allhier Herr Kampe die meinige verfertiget hat. Bey dem bekannten beschriebenen Ventile läßt er nicht eine einzige Oeffnung IK, sondern theilt solche in sieben sechseckigte ein, da jede drey Zehntheile eines Zolles zum Durchmesser hat. So kann die empordringende Luft die Blase leicht erheben, und die zurückdrückende die Blase weder so leicht zersprengen, noch so tief in die Oeffnung hinunter drucken, als geschehen würde, wenn die Blase über eine einzige grosse Oeffnung gespannt wäre.

Beschreibung von Smeatons Luftpumpe.

50. Die 4. Fig. stellt ihr Aussehen perspectivisch vor.

A ist der stehende Cylinder, welche hier statt des liegenden AB 2. F. ist.

B Ein Behältniß, in dem sich der Hahn C und verschiedene andere unten zu beschreibende Theile befinden. Diese Cisterne wird mit Wasser gefüllt, das Eindringen der äusern Luft abzuhalten. An dem Boden ist ein kleiner Hahn b, dieses Wasser nach Gefallen abzulassen.

C, c, c, Der Griff, vermittelst dessen der Hahn gedrehet wird. Merkmahle, die sich auf seinen Armen befinden, zeigen, wie er zu der verlangten Absicht stehen muß.

DH Eine Röhre, vermittelst deren der Hahn und die Glocke Gemeinschaft haben.

E Eine Röhre, vermittelst welcher der Hahn, und des Cylinders obere Platte Gemeinschaft haben.

F Des Cylinders oder Stiefels obere Platte, an der sich ein lederner Ring d und die Klappe V befindet, die durch das Stück f bedeckt wird.

GI Eine gekrümmte gläserne Röhre mit Quecksilber, welche die Luftpumpe zu prüfen dienet. Sie ist bey c zugeschmolzen und hat in beyden Schenkeln Quecksilber, welches, ehe die Pumpe zu arbeiten anfängt, in der wagrechten Linie ab stehet; der Raum bc ist voll Luft von ordentlicher Dichte. Wenn die Pumpe Luft aus der Glocke wegnimmt, so dehnet sich die Luft in bc aus, und das Quecksilber im andern Schenkel steiget, bis es mit der ausgedehnten Luft im Gleichgewichte ist. Sein Steigen kann an der Scale le abgemessen werden, und dadurch läßt sich die Verdünnung der Luft in der Glocke ziemlich beurtheilen. Wenn die Luftpumpe die Luft zusammendrückt, so steigt das Quecksilber im andern Schenkel, und man kann wiederum aus der Zusammendrückung der Luft in bc beurtheilen, wie viel die Luft unter der Glocke ist zusammengepreßt worden. Bey $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ der Länge ba von c an sind Merkmahle gemacht, anzudeuten, wenn die Glocke zwey oder dreymahl soviel Luft enthält als zuvor.

KL sind Schrauben, die Glocke fest zu erhalten, wenn die Luft verdichtet wird; Man kann sie nach Gefallen wegnehmen; sie sind vermögend eine Glocke zu befestigen, deren Grundfläche 7 Zoll im Durchmesser hat, wenn sie mit der dreyfachen Atmosphäre

beschweret ist, da gegen die Schrauben eine Gewalt von ohngefähr 1200 Pfund ausgeübet wird.

M Eine Schraube, die einen Zapfen befestiget, welcher in diesem Theile des Fusses der Luftpumpe auf- und niederwärts gehet, damit man die Maschine auch auf unebenen Grunde fest stellen kann.

51. Die 5. Fig. stellt den senkrechten Durchschnitt des Stiefels und Hahnes u. s. w. vor.

AB ist der Stiefel.

CD die Kolbenstange, welche durch die Platte MN geht, womit der Stiefel oben verschlossen ist.

K ist der lederne Ring, durch welchen die Stange geht. Wenn sich der Stempel am Boden des Stiefels befindet, liegt die Klappe bey D, oben auf K, Staub u. d. g. abzuhalten.

L ist die Klappe der obern Platte, welche durch das Stück OP bedeckt wird, das mit der Röhre QR zusammen hängt, welche die Gemeinschaft zwischen der Klappe und dem Hahne unterhält.

CE ist der Stempel, und

EFF die Klappe in ihm

II sind zwo kleine Oeffnungen, dadurch die Luft durch die Stempelklappe in des Stiefels obern Theil geht.

GGK die Hauptklappe am Boden des Stiefels.

HH ein Stück Metall, darein die Hauptklappe GGK eingeschraubet ist. Es verschließt auch des Stiefels Boden, und enthält zugleich

SS den Hahn und

KTT den Gang vom Hahne an des Stiefels Boden

WW der Hahn selbst;

X Das cylindrische Stück Metall, dadurch er vermittelst des Griffes VV gedrehet wird.

52. Die 6. Fig. ist ein wagrechter Durchschnitt des Hahnes mitten durch den Gang TT

AB ist die Grösse der runden Platte, welche den Stiefel unten verschließt.

CD die innere Höhlung des Stiefels

EFG der Körper des Hahnes. Er hat zweene Theile: einen dichten Cylinder, dessen Querschnitt LMN ist, und den X in der 2. Fig. andeutet, und einen Ring EFG in dem sich der dichte Cylinder drehet. Der Ring ist mit drey Löchern durchbohret, die in gleichen Entfernungen von einander stehen, und in die drey Gänge HH; II; KK; passen;

LM ist ein Canal, welcher den dichten Cylinder des Hahnes durchbohret.

53. Die 3. F. stellt die Hauptklappe vor (48) EFG zeigt, wo das Metall am Rande des Ringes ein wenig erhoben ist, damit der Stempel beym Niedergehen nicht auf die Blase stossen kann.

Gebrauch dieser Maschine.

I. Das Auspumpen.

54. Die drey Arme am Griffe des Hahnes sind einer mit E; der andere mit C, bezeichnet, der dritte,

dritte ohne Zeichen. Wenn der mit E bezeichnete Arm gerade nach dem Stiefel zu stehet, so ist ein Weg HLMK 6. Fig. aus dem Stiefel in die Röhre, die bis unter den Teller geht DH 4. F. offen. Der dichte Cylinder des Hahns nähmlich (52) kann so gedrehet werden, daß der Canal LM, welcher ihn durchbohret, bald an diese, bald an jene Oeffnung von den dreyen paßt, welche in dem Ringe EFG (52) befindlich sind. Jetzo paßt dieser Canal mit dem Ende M an die Oeffnung, welche der Röhre DH 4. F. zugehört. Wird also der Stempel in die Höhe gewunden, so dehnet sich die Luft, die in der Glocke und Röhre DH 4. F. war, aus und tritt durch die Hauptklappe GGK 5. Fig. in den Stiefel (48). Nun stößt man den Stempel wieder herunter, so kann die Luft, die in den Stiefel getreten ist, nicht wieder durch die Hauptklappe zurück. Sie tritt also, indem der Stempel hinabgehet, durch EFF und II (51) über ihn. Nachdem also der Stempel das erstemahl hinaufgezogen ist, ist Luft in den Stiefel getreten, und nachdem er das erstemahl hinabgegangen ist, befindet sich diese Luft noch im Stiefel aber über dem Stempel.

Nun wird er das zweytemahl hinaufgezogen. Die Luft, welche durch die Klappe in ihm nicht zurücke kann, findet oben am Stiefel die Klappe L (51) welche sich der Luft, die von unten heraufdringet, öffnet. Die Luft also, die der heraufgehende Stempel über sich hertreibet, nimmt ihren Ausweg durch diese Klappe in die kürzere Röhre E (50) oder QR (51). Dieses Rohr hat bey II der 6. F. mit

dem

dem Hahne Gemeinschaft, und die Luft also, die durch dasselbe herabkömmt, geht durch die Oeffnung bey N im Ringe des Hahnes (6. Fig. 52.) in die freye Luft.

So bestehet das erste Auspumpen aus einem Heraufziehen, Hinabtreiben, und wieder Heraufziehen des Stempels. Indem das letztere geschieht, ist wieder Luft in den Stiefel getreten. Die also bey dem zweyten Hinuntertreiben über den Stempel, und beym dritten Herauftreiben in die freye Luft gehet; u. s. w.

Den Stand des Hahns beym Auspumpen zeigt die 6. F. KK ist die Grundfläche der langen Röhre DH 4. F. aber II 6. F. die Grundfläche der kürzern E 4. F. Beym Heraufziehen geht die Luft durch den Weg KMLHH 6. F. in den Stiefel und beym Hinabtreiben durch IN in die freye Luft.

Der Nutzen der Klappe L (51) ist, daß die Luft von aussen nicht in den Raum des Stiefels dringen kann, der über dem Stempel beym Hinabtreiben bleibet. In diesem Raume befindet sich also nur die Luft, die vorerwähntermassen aus der Glocke hineintritt, und daher geht der Stempel leicht in die Höhe, weil ihn nur verdünnte Luft niederdrückt. Nur auf die Stempelstange drückt die äussere Luft.

II. Die Luft wieder unter die ausgeleerte Glocke zu lassen.

55. Man dreht den Arm des Hahns, auf dem kein Zeichen ist, gerade nach dem Stiefel. Da-

durch kömmt der Canal LM (52) in die Lage, welche die 7. F. zeigt, wo die Buchstaben eben das, was in der 6. F. bedeuten; so daß durch ihn der Stiefel und die kurze Röhre E (50) Gemeinschaft haben; durch das Loch M 7. F. aber geht die äusere Luft nun in die lange Röhre DH 4. F. und dadurch gleich in die Glocke.

Wenn bey diesem Stande des Hahnes der Stempel heraufgezogen wird, so geht die Luft aus dem kürzern Rohre durch den Canal des Hahnes in den Stiefel, und tritt über den Stempel, wenn man solchen wieder hinunter treibet, wie in (54) wenn man ihn aber wieder herauftreibet, so geht sie durch die Klappe L (51) wieder in das kürzere Rohr, eben wie in (54). Also ist das Heraufziehen und Hinabtreiben des Stempels bey diesem Stande des Hahnes vergeblich, weil es blos die Luft im kurzen Rohre und Stiefel hin und her treibet.

III. Die Luft zusammenzupressen.

56. Der Arm C des Hahnes (54) wird nach dem Stiefel zu gedrehet. Dadurch bekömmt der Canal des Hahnes die Lage, welche die 8. Fig. anzeigt. Wird nun der Stempel heraufgetrieben, so tritt Luft durch L in den Stiefel; und über den Stempel, wenn man ihn hinabtreibet; alsdenn wenn man ihn wieder heraufziehet, durch das kurze Rohr E (50) wie in (54) und ferner den Canal des Hahnes NM, in das lange Rohr bey K und durch dieses unter die Glocke.

57. Anm. Wie weit die Luft sich mit dieser Maschine verdünnen lasse, bestimmt Smeaton durch folgendes Werkzeug. Das hohle gläserne Gefäß AB 9. F. das unten offen ist, und ohngefähr die Gestalt einer Birne hat, endigt sich in einer gläsernen Röhre BC die oben zugeschmolzen ist. Es hält etwa ein halbes Pfund Quekfilber, und Smeaton untersucht vermittelst einer scharfen Wage, wie sich das Gewicht einer Quekfilbersäule, die im Rohre eine gegebene Länge einnimmt, zu dem Gewichte alles Quekfilbers, das in dem ganzen Gefässe Raum hat, verhält. Dadurch ist er im Stande an dem Rohre Abtheilungen zu machen, deren jede ein Tausendtheilchen des Innhaltes des ganzen Gefässes anzeigt; Eine solche Abtheilung beträgt ohngefähr $\frac{1}{10}$ eines Zolles, und läßt sich also leicht durch Schätzung noch weiter eintheilen. Dieses Werkzeug, welches Smeaton von seiner Gestalt die Birnprobe (peargage) nennt, wird vermittelst des Ringes D in der Glocke aufgehenkt; Wenn man mit der Pumpe so viel gearbeitet hat, als man für nöthig befunden, so stößt man die Probe nieder, bis ihr offenes Ende in ein Gefäß mit Quekfilber kömmt, das sich unter ihr befindet. Alsdenn läßt man die Luft hinein und das Quekfilber wird in die Probe getrieben, bis die Luft, die noch in der Probe rückständig war, (das ist, eben solche Luft wie nach dem Auspumpen noch unter der Glocke rückständig war,) eben so dichte wird als die äusere; Diese Luft setzt sich also oben in die Röhre und aus der Anzahl von Abtheilungen, die sie einnimmt, kann man beurtheilen, wieviel sie dünner als die äusere Luft damahls gewesen seyn muß, da sie die ganze Probe ausfüllte. Der birnförmige Theil der Probe kann von seinem Quekfilber geleeret werden, ohne daß das aus der Röhre, weggenommen wird, und wenn man die Röhre horizontal hält, so wird sich die Luft an ihrem verschlossenen Ende von der Quekfilbersäule zusammendrücken lassen.

58. Anm. Smeaton berichtet, er habe auf diese Art gefunden, daß seine Maschine die Luft ordentlich ohngefähr tausendmahl verdünne, wenn sie rein zusammengesetzt wor-

den ist. Die Feuchtigkeit aber, die in den Stiefel und andere innere Theile mit hineindringet, wenn man die Luft hineinläßt, wird bey den folgenden Versuchen mit dem Oele, das zum Einschmieren dieser Theile nöthig ist, durchgearbeitet, und machet bald alles so schlammicht, daß die Pumpe auf ein so zartes flüssiges Wesen, als die Luft ist, in der vorerwähnten starken Ausdehnung nicht mehr wirkt, doch hat es selten gefehlt, daß diese Wirkung nicht erfolgt ist, wenn die Luft 500 mahl ist verdünnt gewesen, obgleich die Luftpumpe verschiedene Monathe nacheinander ungereinigt war gebraucht worden.

59. Aufg. Zu finden, wie stark die Luft auf eine gegebene Fläche druckt.

Aufl. Man stelle sich über dieser Fläche eine Säule von Wasser 32 Fuß oder von Quecksilber 28 Zoll hoch vor, und berechne das Gewicht dieser flüßigen Wesen. So stark druckt die Luft auf diese Fläche (29; 32.).

Exempel. Wenn ein Cubikfuß Wasser 70 Pf. wiegt, so druckt die Luft auf einen Quadratfuß mit einer Kraft von 32.70 = 2240 Pf.

60. Zus. Die Luft unter der Fläche druckt mit gleicher Gewalt in die Höhe (29) daher verhält sich die Fläche so, als wenn sie von keiner Seite gedruckt würde, weil sie von allen Seiten gleich stark gedruckt wird. Nimmt man aber unten Luft vermittelst der Luftpumpe weg, so wird die Ueberwucht der obern Luft empfindlich. Eben so verhält es sich mit dem Drucke der äusern Luft auf hohle Gefässe, mit welchen der Druck der innern im Gleichgewichte war (19). Hieraus lassen sich die gewöhnlichen Versuche mit der Luftpumpe leicht begreifen; als: daß

der

der Erfolg dieser Versuche in einem Zimmer und unter freyen Himmel einerley seyn muß; das Zersprengen der Gläser, die Gewalt, mit welcher die Glocken am Teller befestiget werden; die guerikischen Halbkugeln u. s. w. So wird der menschliche Körper von der äusern Luft ringsherum mit einer Kraft gepreßt, die über 20000 Pfund beträgt. Nieuwetyt, Gebr. der Weltbetracht. XVIII. Betr. 12. §.

61. Aufg. **Das Gewicht der Luft zu finden, die in einer gegebenen Höhe (22) bey einer gegebenen Wärme (36) einen gegebenen Raum ausfüllt.**

Aufl. Man richte ein Gefäß mit einem Hahne, dessen Gestalt sich durch den Druck der äusern Luft (60) nicht verändert, so zu, daß man es an das Rohr der Luftpumpe, wo sich der Teller befindet, anschrauben kann. Man leere es von Luft, soviel sich thun läßt, aus, und wäge es solchergestalt, welches man bewerkstelligen kann, wenn es vor dem Abschrauben vermittelst des Hahnes verschlossen wird. Alsdenn lasse man Luft hinein, so wird die Ueberwucht, die es nun bekömmt, anzeigen, wieviel soviel Luft von der beschriebenen Beschaffenheit wieget, als das Gefäß ausfüllt, da also alles nur darauf ankömmt, desselben Inhalt auszurechnen.

62. Erf. Wolf hat auf diese Art einen Cubikfuß Luft ohngefähr 585 Gran Apothekergewichte gefunden; welches für den Cubikzoll nicht viel über einen halben Gran gibt. Er folgert daraus, das

Wasser sey ohngefähr 846 mahl schwerer als die Luft. Nützl. Vers. 1. Th. 86. §. De Volder hat auf eben die Art das Wasser 970 mahl schwerer gefunden, (quaest. acad. de aer. grau. §. 52.) und Homberg durch wiederhohlte Versuche 800 mahl schwerer, (Mem. de l' Acad. des Sc. 1693.) welche Verhältniß man bey der Verschiedenheit der Luft und des Wassers als ohngefähr richtig annehmen kann. Sie gilt also für die Luft nahe bey der Erde, die wir in uns ziehen, und derselben gewöhnliche mittelmäßige Wärme.

63. Anm. Jacob Bernoulli hat eine Art vorgeschlagen, das Gefässe, das man von Luft ausleeret, im Wasser abzuwägen. Op. Iac Bern. T. I. n. XI. Gravesande hat eben so verfahren Phys. L. II. c. 15. Eine Art, das Gewicht der Luft zu untersuchen, welche die Alten gebrauchen wollen, prüfet Iac. Bern. Op. T. I. n. XIII.

64. Aufg. Zu finden, ob die Luft nach der Verhältniß der drückenden Kraft zusammengedrückt wird, oder nicht.

Aufl. I. Eine gläserne Röhre ABEC sey dergestalt gekrümmt, daß ihre beyde Schenkel gleichlaufend sind. Sie müssen auch, wenigstens der kürzere CE, durchaus von einer Weite seyn, welches man daraus beurtheilen kann, wenn eine Masse Quecksilber, die man in der Röhre hin und her beweget, überall gleichlange Stücken in der Höhlung der Röhre einnimmt. Der kurze Schenkel EC sey oben bey C zugeschmelzt ohngefähr 12 Zoll, der lange etwa 8 Fuß lang, oben bey A offen.

II. Man

II. Man stelle die Schenkel lothrecht, und fülle die untere Krümmung mit Quekſilber, welches ſich an die wagrechte Linie BE ſetzt, und in den kurzen Schenkel Luft von einerley Dichte mit der äuſern verſchließt, ohne ſie zuſammenzudrücken. Dieſe Luft, nähmlich, wie ſie eingeſchloſſen wird, iſt nur ſo ſtark zuſammengedrückt als von der äuſern Luft, die ſie umgab, geſchahe (19). Dieſer Druck der äuſern Luft mag = k ſeyn, ſo iſt die eingeſchloſſene Luft ſchon von einer Kraft = k zuſammengedruckt. Man kann k = 28″ hoch Quekſilber ſetzen (32).

III. Nun ſchütte man auf B in den langen Schenkel Quekſilber. Wenn es darinnen die Höhe Bf = a erreichet, ſo wird es zugleich in den kurzen auf die Höhe EF hineingetreten ſeyn, und die Luft, welche anfangs den Raum CE einnahm, in den Raum CF zuſammengepreßt haben. Die Gewalt, welche die Luft in dieſem Raume CF erhält, beſteht alſo aus dem Drucke der ganzen Atmoſphäre, wozu der Druck der Quekſilberſäule Bf weniger der Quekſilberſäule EF kömmt. Nähmlich ein Theil der erſten Säule, der an Höhe der andern gleich iſt, wird von dieſer andern erhalten, und folglich erhält die zuſammengedruckte Luft nur den Ueberſchuß der erſten Säule über die zweyte.

IIII. Die Kraft alſo, von welcher die Luft in den Raum CF zuſammengepreßt wird; iſt = k + a − EF; alle dieſe Gröſſen für Höhen von Quekſilberſäulen angenommen, deren Grundfläche die Weite des kürzern Schenkels iſt.

V. Ist nun k : k + a − EF = CE : CF so verhalten sich die Räume, in welche die Luft von den beyden Kräften II; IIII; zusammengedruckt wird, verkehrt wie die druckenden Kräfte; oder die Zusammendrückungen der Luft, ordentlich wie diese Kräfte; wo aber nicht, so findet auch diese Verhältniß nicht statt.

64. Erf. Mariotte (Essay sur la nature de l'air, und Hydrost. und Hydraul. 2. Disc. im Anf. 157. S. der deutschen Uebersetzung) fand, wenn der kürzere Schenkel CE = 12 Zoll war, daß folgende Quecksilbersäulen folgende Räume für die Luft gaben

Bf = 18; 34; 93;
EF = 4; 6; 9;

Wenn also k =		28	28	28
und a =		18	34	93
so ist k : k + a - EF =	28 : 28 + 12		28 : 28,2	28 : 28 + 84
=	2 : 3		1 : 2	1 : 4
=	8 : 12		6 : 12	3 : 12

In allen diesen Fällen verhält sich der Druck der Atmosphäre zu dem grössern Drucke wie CE : CF; daß sich also die Zusammendrückung der Luft wie die zusammendrückende Kraft verhält, wenn solche $1\frac{1}{2}$; 2; 4; mahl so groß als der Druck der Atmosphäre wird.

65. Anm. Boyle (defens. doctr. de elatere & grauitate aeris p. 2. c. 5.) und Amontons (Mem. de l'Ac. des Sc. 1705. p. 155.) haben den Versuch mit eben dem Erfolge wiederhohlt. Es versteht sich, daß verschiedene Räume voll Luft, die man solchergestalt vergleichen will, gleichwarme Luft enthalten müssen. Wenn man aber auch dieses annimmt, so sind die Versuche doch nur mit schwachen

chen Zusammendrückungen der Luft angestellt worden, und lassen sich auf diese Art mit sehr starken Zusammendrückungen nicht einmahl anstellen; auf diese also darf man aus den Versuchen keinen Schluß machen. Gegentheils hat Jac. Bernoulli de grauitate aetheris Op. T. I. p. 93. 94. und T. II. n. 103. art. 15. Gründe angegeben, warum das erwähnte Gesetze bey starken Zusammendrückungen der Luft nicht statt findet. Was die Wärme hierein für Einfluß hat, weiset Dan. Bernoulli Hydrodyn. Sect. 10. §. 7. Allgemeine Betrachtungen über das noch unbekannte Gesetz der Dichte der Luft bey starken Zusammenpressungen stellt d'Alembert an; Traité des fluides L. I. ch. 6. am Ende. Man s. auch Eulers Tentamen explicationis phaenomenor. aeris §. 22. sequ. Comm. Acad. Petropol. T. II. ingleichen dessen erläuterte Artillerie 85; 95. S.

66. Anm. Wüßte man das erwähnte Gesetze, so liesse sich dadurch die Höhe der Atmosphäre bestimmen, die gewiß gar sehr viel über 800. 32 Fuß ist, (62; 27; und Hydr. 35.).

Vom Barometer.

67. Erkl. Weil die torricellianische Röhre (34) den Druck der Luft zu bestimmen dienet, so hat man sie Barometer genannt.

68. Anm. Wolf will sie lieber Baroscopium nennen, weil man vermittelst ihrer doch die veränderliche Schwere der Luft nicht eigentlich messen könnte.

69. Erf. Das Quecksilber steht an einem Orte, in einerley Barometer, zu verschiedenen Zeiten, auf verschiedener Höhe.

70. Zus. Die Luft muß also bald mehr, bald weniger drücken.

71. Zus. Dieses Umstandes wegen, muß die Röhre, in welcher das Quekſilber ſteigt und fällt, entweder in einem Gefäſſe ſtehen, in welches das Quekſilber aus der Röhre und wieder daraus in die Röhre treten kann, oder ſie muß unten wieder aufwärts gekrümmt und ſo zugerichtet ſeyn, daß das Quekſilber, wenn es ſinkt, nicht verſchüttet wird.

72. Zuſ. Das Quekſilber ſtehe 11. F. zu einer gewiſſen Zeit im Gefäſſe bey A, im Rohre bey B, ſo wird die Quekſilberſäule AB von der Atmoſphäre getragen: zu einer andern Zeit ſtehe es im Gefäſſe bey C, im Rohre bey D; es ſey nähmlich im Rohre gefallen, und dieſerwegen im Gefäſſe geſtiegen; ſo wird nun die Quekſilberſäule CD von der Atmoſphäre getragen. Die Veränderung alſo, wieviel die Atmoſphäre jetzo weniger trägt als zuvor, iſt eine Quekſilberſäule von der Höhe $AB - CD = AC + CD + DB - CD = DB + AC$.

73. Zuſ. Wenn man das Gefäſſe und die Röhre, wenigſtens für die Höhen AC; DB, cylindriſch annimmt, und den Querſchnitt der Röhre $= t$; den Querſchnitt des Gefäſſes weniger dem Querſchnitte der Röhre, wo ſie im Gefäſſe ſtehet $= v$ nennt, ſo iſt $BD. t = AC. v$ weil ſoviel Quekſilber in das Gefäſſe getreten iſt, als ſich aus der Röhre geſenkt hat. Alſo iſt die eigentliche Gröſſe, um welche das Quekſilber gefallen iſt (72) $BD. \frac{(v+t)}{v}$.

Exemp.

Exemp. Das Gefäß sey 50mahl weiter als die Röhre, so beträgt die Senkung BD. $\frac{5}{50}$ = BD. 1,02; Wäre also BD = 1″ so trüge die Atmosphäre wirklich 1″,02 weniger als vorhin.

74. **Zus.** Man muß t und v (73) wissen, oder v muß gegen t sehr groß seyn, wenn man aus dem verschiedenen Stande der Oberfläche des Quecksilbers im Rohre, die wirklichen Veränderungen des Drucks der Atmosphäre herleiten will.

75. **Anm.** Welches von beyden vorzuziehen ist, und andere Erinnerungen wegen der Verfertigung und des Gebrauches der Barometer; Erfindungen, ihre Veränderungen empfindlicher zu machen, u. s. w. sind zu weitläuftig, als daß sie hier könnten beygebracht werden. Man s. Leutmann; Instrumenta meteorognosiae inseruientia; Cap. 2. Bilfinger de Barometris Comm. Ac. Petrop. T. I. Hollmann de mercurii in barometris diuersis eodem tempore eodemque in loco diuersa altitudine. Comm. Soc. R. Sc. Gotting. T. I. Richmann de bar. cuius scala augeri potest, Comm. Nou Ac. Petr. T. II. Phil. Trans. 427. N. 5. Art. Ludolfs Abhandlung Mem. de l' Ac. de Prusse 1749. u. s. w.

76. **Erf.** Die Höhe des Barometers ist das ganze Jahr durch verschieden; wenn man aber in einem Jahre die größte und die kleinste Höhe bemerkt, und das Mittel dazwischen (Ar. V. 13.) nimmt, oder auch dieses Verfahren mit den größten und kleinsten Höhen verschiedener Jahre anstellt, so bekömmt man eine mittlere Höhe, von welcher die andern auf beyden Seiten nicht allzuviel abweichen. Der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Höhe gibt die Grösse der Veränderung der Barometerhöhen.

Ex. In Petersburg hat Kraft bey vieljährigen Beobachtungen die größte Barometerhöhe 30″, 95 die kleinste 28″, 18 des Londner Zolles zwölf auf einen Fuß gerechnet, gefunden. Comm. Acad. Petrop. T. XIIII. p. 241. also ist die mittlere Höhe daselbst =29″, 565. und die gröste Veränderung =2, 77; zu Göttingen sind diese Grössen; in eben dem Maasse 30, 37; 28, 46; 29, 415; 1, 91; Hollmann in Comm. soc. sc. Gotting. T. IIII. p. 89.

77. Lehrs. Das Quecksilber im Barometer muß zu gleicher Zeit in höhern Gegenden niedriger stehen als in niedrigern.

Bew. Die Quecksilbersäule AB 11. F. wird von der Luftsäule getragen, die über A bis an das Ende der Dunstkugel reichet. Diese Luftsäule ist kurz; und enthält nur die obere dünnere, und folglich leichtere Luft, wenn A an einer erhabenen Stelle stehet, sie ist lang, und enthält mehr von der untern dichtern Luft, wenn A tief stehet (22).

Ex. Feuillee fand auf der Spitze des Pic v. Teneriffa, den er 13158 pariser Fuß über die Fläche des Meeres hoch angiebt, das Quecksilber bey 17 Z. 5 L. pariser zwölftheilichtes Maaß stehen, da es am Meere bey 27 Z. 10 L. stand; (Dan. Bern. Hydrodyn. Sect. 10. §. 23.).

78. Zus. Also wird die mittlere Barometerhöhe auf bergichten Gegenden geringer seyn als in der Ebene, und die Vergleichung der mittlern Barometerhöhen kann zeigen, welche Oerter höher liegen als andere. So ist die mittlere Barometer-

höhe

höhe zu Zürch 26 Z. 6¼ L. pariſer zwölftheilichtes Maaß, und zu Paris 27 Z. 9½ L. (Dan. Bern. Hydrodyn. Sect. 10. §. 22.) zu Clausthal iſt die Barometerhöhe immer ohngefähr 1″, 5 Londner Maaß geringer als zu Göttingen (Hollmann Comm. ſoc. ſc. Gott. V. IIII. p. 92.).

79. Anm. Hierauf beruhen Methoden, die Höhen der Berge aus dem Stande des Queckſilbers zu berechnen. Ihre Gründe ſetzen eine Kenntniß der höhern Analyſis zum voraus, und keine iſt noch zuverläſſig, weil das Geſetz, nach welchem die Dichte der Luft abnimmt, noch nicht bekannt iſt. Man ſ. Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel 298. u. f. §. 443. u. f. §. Sulzer nouv. eſſay ſur la meſure des hauteurs par le moyen du baromêtre. Mem. de l'Ac. de Pruſſ. 1753.

80. Anm. Eben ſo muß das Queckſilber ſteigen, wenn man tiefer in die Erde hineinkömmt. Man ſ. die Abhandl. der Kön. ſchwediſch. Akademie der Wiſſenſchaften 1741. 133. S. meiner Ueberſetzung, und meine Vorrede zu dieſem Jahre der Abhandlungen.

Vom Thermometer.

81. Erf. Man fülle eine gläſerne Röhre, an welcher unten eine Kugel iſt, mit Waſſer, mit Weingeiſte, mit Queckſilber oder jedem andern flüßigen Weſen, bis an eine gewiſſe Stelle der Röhre. Man erwärme alsdenn die Kugel, ſo wird das flüßige Weſen über die Stelle der Röhre, welche es zuvor einnahm, hinauf ſteigen; wenn aber die Erwärmung nachläßt, wieder fallen.

82. Zuſ.

82. Zus. Flüßige Körper werden von der Wärme ausgedehnt, und von der Kälte dichter. Daher auch ihre eigene Schwere nach diesen Umständen verschieden ist. Man s. hievon Versuche beym Eisenschmid de ponderib. & mensur. p. 174. 175.

83. Zus. Wenn man also die beschriebene Röhre (81) oben zuschmelzet, nachdem man zuvor die Luft, soviel als möglich, aus ihr gebracht hat, so hat man ein Werkzeug, in welchem das flüßige Wesen durch sein Steigen und Fallen die Veränderungen der Wärme und Kälte anzeigt.

84. Anm. Aber die Grössen dieser Veränderungen mit einander zu vergleichen; zu bestimmen, ob die Wärme zu einer Zeit zwey, dreymahl u. s. w. so groß sey als zu der andern, ist durch diese Werkzeuge noch nicht in unserer Gewalt, daher sie auch den Nahmen Thermometer sehr unrecht führen.

85. Anm. Verschiedene flüssige Wesen dehnen sich von einerley Wärme verschiedentlich aus; daher lassen sich die Thermometer nach der Beschaffenheit der flüssigen Wesen, die sie enthalten, abtheilen. Das älteste, das drebbelische, gründet sich auf die Ausdehnung der Luft, ist aber unrichtig, weil es zugleich ein Barometer ist. Ihm folgte das florentinische, zu dem Weingeist gebraucht wurde. Man suchte Thermometer zu machen, die wenigstens einerley Wärme auf einerley Art anzeigten, und verfiel dieserwegen auf das Quekfilber. Diese Quekfilber-Thermometer haben Fahrenheit, de l'Isle, Reaumur, u. a. verschiedentlich zuzurichten gesucht, um ein vollkommeneres Maaß der Wärme an ihnen zu haben. Die Beschreibungen hievon sind zu weitläuftig, und die ganze Sache gehöret eigentlich in die Naturlehre. Man s. Boerhaavens Chymie T. I. Art. de igne. Wolfs Vers. II. Th. 5. C. Bilfinger de Thermometris, Comm. Ac. Petrop. T. III.

Leut-

Leutmanns Instrum. meteorogn. inseru. de l' Isle Memoires pour servir à l' histoire & aux progrés de l' Astronomie &c. Reaumurs Beschreibungen seines Thermometers; Memoires de l' Ac. des sc. 1730. 1731. u. s. w. Die Ausdehnung des Quecksilbers ist auch bey seinen Veränderungen im Barometer zu beobachten. S. Wolf El. Aer. Prop. 77. sequ.

86. Anm. Thermometer zu machen, die sich mit einander vergleichen lassen, hat man vornehmlich Achtung gegeben, wo das Thermometer stehet, wenn es sich im gefrierenden, und wenn es sich im kochenden Wasser befindet. Man hat dieses für bestimmte Grade der Kälte und Wärme angenommen, und die Einrichtungen der Thermometer, die von ihren Erfindern verschiedentlich benennet werden, unterscheiden sich vornehmlich darinnen, daß der Raum zwischen diesen beyden Graden verschiedentlich abgetheilet wird. Für den ersten kann man den annehmen, wo das Thermometer stehet, wenn es sich in zusammengedrückten Schnee befindet. S. Celsius von zween beständigen Graden auf dem Thermometer; Abhandl. der Kön. Schwed. Akad. der Wissenschaften 1742; 197. S. meiner Uebersetzung. Bey dem andern muß man den Stand des Barometers wissen, denn das Thermometer steigt höher im siedenden Wasser, wenn dieses Wassers Oberfläche von einer grössern Last der Atmosphäre, als wenn sie von einer geringern gedruckt wird. Börhaave Chym. T. I. p. 153. ed. Lipf. welches auch durch Versuche bestätiget wird, die Secondat de Montesquieu auf hohen Bergen in Gascogne angestellt hat; Philos. Transact. n. 472. art. 6. p. 33.

87. Erfahr. Auch feste Körper, besonders die Metalle dehnen sich von der Wärme aus, und nehmen erkaltet einen geringen Raum ein. S. Boerh. Chym. T. I. p. 126.

88. Anm. Dieses hat die Pyrometer und metallene Thermometer veranlaßt, wo kleine Veränderungen der

Wärme

Wärme durch Räderwerk sehr empfindlich gemacht werden. Die letztern besonders sind von den Engelländern weit getrieben worden; sie wurden aber auch zu Reinharz in Obersachsen bey dem damahligen churfächs. geheimen Rathe Herrn Grafen von Löser in grosser Vollkommenheit verfertiget.

89. Anm. Diese Veränderungen, welche feste Körper von der Wärme leiden, sind bey verschiedenen Vorfällen in der ausübenden Mathematik nicht aus den Augen zu setzen, z. E. bey geometrischen und astronomischen Werkzeugen; bey Uhrwerken, selbst bey Versuchen mit den gewöhnlichen Thermometern, bey Abmessungen, wo eine sehr grosse Schärfe erfodert wird. Der Herr von Maupertuis müthmasset, daß wider die Natur des Metalls, hölzerne Stangen in der Kälte eher länger als kürzer würden, weil die Feuchtigkeit in ihnen gefröre, das Eiß aber mehr Raum als das flüssige Wesen, aus dem es entstanden ist, einnimmt. S. mesure de la terre &c. Oeuvres de Mr. de Maupertuis ed. de Lyon 1756. T. III. p. 144. Hr. Prof. Lowiz Erinnerungen von Ausdehnung der Metalle bey Maaßstäben im Staatsgeographus II. Beylage.

Die

Die Hydraulick.

1. Erkl. Die Hydraulick handelt von der Bewegung des Wassers.

2. Anm. Da die Gesetze der Bewegung fester Körper aus diesen Anfangsgründen wegbleiben müssen, weil sie Kenntnisse der Algebra und höhern Geometrie zum voraussetzen, so wird man ebenfalls nicht erwarten, daß diese Gesetze bey flüssigen Wesen hier sollen abgehandelt werden. Ueberdem sind die letztern viel schwerer zu entdecken als die erstern, und vielleicht noch nicht einmahl weder durch Theorie noch durch Erfahrungen zu einer vollkommenen und zuverlässigen Richtigkeit gebracht. Die vornehmsten neuern theoretischen Schriften hievon sind Daniel Bernoullis Hydrodynamica; Johann Bernoullis Hydraulica Op. T. IIII. D'Alembert de l'equilibre & du mouvement des fluides. Euler de l'equilibre & du mouvement des fluides Mem. de l'Ac. de Prusse 1755.

3. Anm. Dieserwegen begnügt man sich, hier einige Werkzeuge zu beschreiben, mit denen Wasser in Bewegung kann gesetzt werden: Aber die Wirkungen dieser Werkzeuge zu berechnen, ist man aus der bisherigen Anleitung nicht im Stande. Diese Werkzeuge dienen theils zum wirklichen Nutzen in der Oeconomie, im Bergbaue, in verschiedenen Künsten, u. s. w. theils zum Vergnügen, wohin besonders die Springbrunnen gehören. Meine Absicht verstattet nur weniges hievon zu sagen.

Anwendungen der Luft das Wasser zu bewegen.

4. Aufg. ABC 1. F. sey ein Heber, eine bey B gebogene Röhre, die an beyden Enden A, C,

offen ist; das eine Ende A stehe höher als das andere, die Röhre aber sey durchaus mit Wasser gefüllt; es fragt sich, zu welchem Ende das Wasser herauslaufen wird; wenn die senkrechten Höhen BD; BE; über die wagrechten Linien durch A; C; nicht grösser sind, als die Höhe k auf welche das Wasser von der Luft gehalten wird (Aer. 29).

Aufl. Es wird angenommen, daß die Gewalt, welche die Luft für sich allein anwendet das Wasser in jeden Schenkel zu treiben, bey A so groß ist als bey C. In der That muß sie bey C etwas grösser seyn (Aer. 77); aber dieser Unterschied ist hier gar nicht beträchtlich, weil er nur auf das Gewichte einer Luftsäule von der Dichte, wie die Luft zwischen D und E ist, und von der geringen Höhe DE ankömmt (Aer. 61); Man kann also, die Gewalt der Luft für sich betrachtet, so wohl bey A als bey C; $= k$ setzen. Aber diese Gewalt hat bey A eine Wassersäule von der Höhe BD; und der Grundfläche A zu tragen (Hydrost 27), weil es nun hier blos auf die Höhe ankömmt (Hydrost. 24), so kann man die Gewalt, mit welcher das Wasser wirklich bey A in den Schenkel AB getrieben wird, $= k - BD$ setzen; und für den andern Schenkel ist die ähnliche Gewalt $= k - BE$; da nun die Wirkungen der ersten und der andern Gewalt einander entgegengesetzt sind, so wird die größte, d. i. die bey A überwiegen, und das Wasser da stärker hineingetrieben als bey C, folglich bey C herauslaufen.

5. Zus. Wenn A unter Wasser steht, so wird immer neues Wasser da hineingetrieben werden (Aer.), und durch den Heber so lange fortfliessen, bis die Luft an die Oeffnung A unmittelbar kommen kann.

6. Anm. Dieses muß erfolgen, auf was für Art auch der Heber gefüllt ist. Im kleinen geschieht solches insgemein durch Saugen; Herr Prof. Lowiz hat in seiner Schrift von den Eigenschaften der Luft einen Heber angegeben, der sich ohne Saugen füllen läßt. Ehe man die Ursache von dem Flusse des Hebers, und folglich die Gränzen, in welchen er eingeschränkt ist, wußte, schlug man vor, dadurch Wasser über Berge zu leiten, und wollte zu dieser Absicht den Heber oben bey B vermittelst eines Trichters zu füllen, da bey A und C; Hähne seyn müßten.

7. Anm. Hierauf gründet sich eine Art vom Verirbecher, der allemahl, und nur alsdenn ausläuft, wenn er ganz gefüllt wird. ABC 2. Fig. sey ein Gefäß, in dem die Röhre DE, die an beyden Enden offen ist, durch die Oeffnung B geht. Sie ist mit einer andern Röhre FGH bedeckt, welche nirgends offen ist als bey H. Wenn man also das Gefäß füllt, so tritt das Wasser, dem die Luft durch ED ausweicht, zugleich in den Raum zwischen beyde Röhren eben so hoch als ausen im Gefässe. Wenn es also der innern Röhre obere Oeffnung E erreicht hat, wird es durch ED herauslaufen, und die Luft immer neues Wasser aus dem Gefässe durch H nachtreiben; die beyden Röhren stellen nähmlich einen Heber vor, da ein Schenkel in dem andern steckt; die Stellen A; E; C; der 1. Fig. sind hier H; E; D; Aus eben dem Grunde läßt sich begreiflich machen, wie Brunnen bey trockner Zeit Wasser haben, und bey Regenwetter trocken werden können.

8. Anm. Der Heber muß also im luftleeren Raume zu fliessen aufhören, welches auch die Erfahrung bestätiget,

wenn er nicht so klein und die Luftpumpe so unvollkommen ist, daß die verdünnte Luft, die noch zurücke geblieben ist, das Wasser durch ihn treibet.

9. Aufg. Das Wasser durch Zusammendrückung der Luft springend zu machen.

Aufl. Das Gefäß AD 3. Fig. sey überall verschlossen, bis auf eine Oeffnung bey G, die man aber ebenfalls nach Gefallen verschliessen kann, und eine Röhre FE, deren untere Oeffnung fast des Gefässes Boden erreicht, die obere F sich mit einem Hahne verschliessen läßt. Man verschliesse diese obere, nachdem man das Gefäß ohngefähr halb mit Wasser gefüllt hat, und presse durch G Luft hinein; Wenn nun G verschlossen, und F geöffnet wird, so muß diese Luft, sich auszubreiten, das Wasser durch die Röhre heraustreiben, welches hoch springet, nachdem viel Luft ist zusammengepreßt worden, und die Oeffnung F enge ist. Man kann auch G ersparen, wenn man die Röhre bey F so zurichtet, daß sie sich an ein Werkzeug, mit dem man die Luft zusammenpreßt, eine Luftpumpe, z. E. (Aer. 45) anschrauben läßt. Wenn das Gefässe erhitzt wird, wird das Wasser auch durch F herausgetrieben, ohne daß man mehr Luft hineinzupressen nöthig hat (Aer. 37).

10. Anm. Eine Menge artiger Springbrunnen, hat Heron in s. spiritalibus beschrieben, und ihre Wirkungen aus der erdichteten Furcht der Natur vor dem leeren Raume hergeleitet, da sie fast alle aus den Eigenschaften der Luft folgen.

Von

Von Maschinen das Wasser zu erheben.

11. Aufg. Eine Klappe für Wasser zu machen (Aer. 47).

Aufl. Unter verschiedenen Arten, dieses zu bewerkstelligen, verdient folgende bemerkt zu werden: ABCD sey eine Höhlung in der Gestalt eines abgekürzten Kegels, dessen kleinere Grundfläche zu unterst stehet. EFGH, sey ein dichter abgekürzter Kegel in eben der Lage, aus einer schweren Materie; der die Oeffnung BC verschließt, wenn er tief genug hinunter fällt. Dringt also Wasser durch die Oeffnung BC aufwärts, so stößt es ihn in die Höhe, und dringt zwischen ihm und der Höhlung hinauf. Er senkt sich aber vermöge seines eigenen Gewichtes wieder, und verschließ die Oeffnung dem Wasser, das zurück will. Damit ihn das hinaufdringende Wasser nicht etwa umkehret, kann bey I ein Nagel quer vorgeschlagen werden. Andere Arten findet man beym Leupold, Theatr. Mach. Hydraulic. Tom. I. 172. u. f. §. Tab. 38.

12. Beschreibung der gewöhnlichen Wasserplumpen 5. F. ABDC ist eine Röhre, die unten im Wasser stehet, oder an der Seite eine Oeffnung hat, daß Wasser hineintreten kann. Sie hat bey I eine Klappe, die das Wasser hinaufläßt, der Kolben L, welcher vermittelst der Kolbenstange E in ihr auf- und nieder kann getrieben werden, ist eben-

falls mit einer Klappe versehen, die das Wasser hinauflässt, bey M ist eine Oeffnung; Wenn man also den Kolben hinaufzieht, so druckt die äusere Luft das Wasser durch das Ventil I in die Röhre, welches, wenn der Kolben niedergeht, durch die Kolbenklappe über ihn tritt, und wenn man ihn zum zweytenmahle erhebt, durch die Oeffnung M herausgestossen wird.

13. Anm. Man sieht leicht, wieviel ähnliches diese Vorrichtung mit dem Stiefel der Luftpumpe (Aer. 54) hat. Indessen treten dorten Luft und hier Wasser nicht auf einerley Art in den Stiefel und die Röhre; die Luft thut solches, weil sie sich ausdehnet (Aer. 39), das Wasser, weil es von dem Drucke der äusern Luft hineingetrieben wird, daher es auch dadurch nicht höher als ohngefähr 31 Fuß oder 18 Ellen kann gehoben werden (Aer. 29).

14. Anm. Stünde das Wasser unten so weit in der Röhre, daß es den Kolben auf eine merkliche Höhe bedeckte, wenn er da hinunter getrieben wird, so liesse sich dieses Wasser durch M herausstossen, ohne daß der Druck der Luft nöthig wäre es zu heben. Dieses pflegt man eigentlich Pumpen zu nennen, Saugwerke aber, bey denen der Druck der Luft auf die beschriebene Art wirken muß. Leupold Th. M. Hydraul. 148. §.

15. Anm. Hätte man die Pumpe so angelegt, daß sie das Wasser bey DC hübe, und wollte sie alsdenn brauchen, Wasser nicht da, sondern aus einer tiefern Gegend gerade darunter zu heben, so könnte man in DC eine Röhre, die hinunter bis in dieses tiefere Wasser reichte, stecken, die Luft würde alsdenn das Wasser durch diese Röhre über I herauftreiben, daß es sich bey M ausgiessen liesse. Man pflegt bey Bergwerken so zu verfahren, und dergleichen Röhre einen Ansteckelkiel, die ganze Vorrichtung aber einen niedrigen Satz zu nennen; Wollte man aber das

Wasser

Wasser nicht bey M, sondern höher über AB ausgieſſen, so könnte man auf AB noch andere Röhren, Aufſatzröhren ſetzen, in denen das Wasser über dem Kolben bis an den verlangten Ort des Ausgusses gehoben würde. Dieſes heißt ein hoher Satz. Leupold Th. M. Gener. 24. Cap. und Th. M. Hydraul 159. §. Uebrigens ſehe man von den Waſſerpumpen auch Belidor Archit. Hydraul. I. Th. III. Buch 3. Cap.

16. Beſchreibung eines Druckwerks. 6. Fig. ABCD ſind zwo hohle Röhren, oder Stiefel, am Boden mit Klappen verſehen. In jeder geht ein Kolben, der keine Klappe hat, ſondern durchaus dichte iſt, auf und nieder; die Kolbenſtangen ſind vermittelſt eines gleicharmichten Hebels, an deſſen beyden Enden ſie ſich befinden, dergeſtalt verbunden, daß allemahl wechſelsweiſe eine hinauf, die andere hinab geht. Vom Boden jeden Stiefels geht in einen Cylinder eine Röhre MH, die oben mit einer Klappe I verſehen iſt. Der Cylinder endiget ſich bey N in eine Röhre, die man ſo lang, als nöthig iſt, machen, und wenn ſie von Leder iſt, nach Gefallen beugen kann.

Stehen alſo die Stiefel unten bey DC in Waſſer, ſo füllt ſich allemahl derjenige, in welchem der Kolben in die Höhe geht, und wenn ſein Kolben niedergedruckt wird, ſprützt er das Waſſer durch die Röhren MH in den Cylinder und weiter durch die Röhre bey N; daß alſo allemahl wechſelsweiſe beſtändig ein Stiefel ſprützt, und der andere indeſſen ſich füllt.

17. Anm. Vollständigere Nachrichten von Druckwerken s. in Leupolds Th. M. Hydraul. Tom. I. 12. Cap. Tom. II. 9. C.

18. Anm. Von den übrigen hieher gehörigen Maschinen, als der Wasserschraube, Schöpfwerken, Paternosterwerken, Wasserkünsten, u. s. w. muß man sich aus Büchern, welche dieselben besonders abhandeln, die nöthige Kenntniß erwerben.

Die

Die Optik.

1. Erkl. Die Optik im allgemeinen Verstande, betrachtet dasjenige, was bey dem Lichte auf die Grösse ankömmt: In einer engern Bedeutung rechnet man zu ihr nur dasjenige, was die Lichtstrahlen betrifft, in so fern man sie als gerade Linien ansehen kann (Perspect. 2), ohne daß sie ihre Richtung irgend auf eine Art ändern. Daß man unter dem Lichte dasjenige verstehet, was uns die Körper sichtbar macht, ist bekannt. Licht, das nach einer geraden Linie von einem sichtbaren oder leuchtenden Puncte ausgeht, heißt ein Lichtstrahl; Man betrachtet aber hier jeden Körper oder jedes kleine körperliche Theilchen als einen physischen Punct, in sofern man auf seine Grösse nicht acht hat; und weil man jeden leuchtenden oder erleuchteten Punct überall sehen kann, wo sich aus ihm in das Auge gerade Linien ziehen lassen, so schließt man, er schicke nach allen Seiten Licht aus, das ihn umgibt, wie die Halbmesser einer Kugel ihren Mittelpunct umgeben.

2. Lehrs. Wenn Licht von einem leuchtenden Puncte A 1. Fig. ausgeht, so breitet es sich dergestalt aus; daß die ebenen Flächen, welche von gleichviel Lichte erleuchtet werden, sich wie die Quadrate ihrer Entfernungen von dem leuchtenden Puncte verhalten.

Bew. Man fange eine gewisse Menge Lichtstrahlen mit einer Ebene, von welcher Gestalt und

Lage man will BCDE auf; alles Licht also, dos auf diese Ebene fällt, ist in einer Pyramide enthalten, deren Spitze der leuchtende Punct, die Grundfläche die genannte Ebene ist. Verlängert man diese Lichtstrahlen weiter, so müssen sie alle auf jede Ebene fallen, die wie bcde jener gleichlaufend liegt und ähnlich ist (Geom. 61. S.). Beyde Ebenen aber verhalten sich wie die Quadrate ihrer Entfernungen von A (G. 61. S. 2. Z.).

3. Zus. Weil sich die Menge Lichtes, die auf einen gegebenen Theil der Ebene bcde fällt, zu der welche auf bcde fällt verhält wie der Theil zum Ganzen; so wird sich die Menge des Lichtes, die auf einen Theil dieser Ebene fällt, welcher = BCDE ist, zu der Menge, welche auf BCDE fällt, verhalten, wie der Ebene BCDE Entfernung von A Quadrat, zum Quadrate der Entfernung der Ebene bcde von A; oder die Mengen Licht, die auf Ebenen von einerley Grösse fallen, verhalten sich verkehrt wie Quadrate der Entfernungen dieser Ebenen vom leuchtenden Puncte. Es sey nähmlich die Ebene BCDE = M; bcde = m; der ersten Entfernung vom leuchtenden Puncte = Z; der andern = z; die Menge des Lichtes, die auf die erste fällt = L = der Menge, die auf die andere fällt, und die Menge des Lichtes, die auf einen Theil der andern fällt, welcher der ersten gleich ist = λ; so ist $\lambda : L = M : m$; aber $M : m = Z^2 : z^2$ also $\lambda : L = Z^2 : z^2$.

4. Anm. Man kann dieses durch Versuche auf verschiedene Arten sinnlich machen. Wenn BCDE ein Quadrat ist, das z. E. senkrecht gehalten wird, und also auf eine Wand

Wand den Schatten bcde wirft, so wird dieser Schatten viermahl, neunmahl u. s. w. so groß seyn als das Quadrat selbst, nachdem er zweymahl, dreymahl u. s. s. so weit vom Lichte entfernt ist, welches aus (2) folgt; wenn man die Bestimmung des Schattens (Perspect. 30. u. f.) überlegt. Geht man Abends von einem angezündeten Lichte so weit weg, bis es z. E. ein Blatt in einem Buche gleich noch so stark erleuchtet, daß man es lesen kann, so wird man zu eben der Absicht an der Stelle dieses Lichtes nicht zwey, sondern vier Lichter anzünden müssen, wenn man noch einmahl so weit davon gegangen ist, und neun, wenn man sich dreymahl so weit entfernet hat, u. s. w. wie (3) erfodert.

5. Anm. Bey dieser Untersuchung wird zum vorausgesetzt, daß das Licht durch keine andere Ursache, als weil es sich ausbreitet, geschwächt wird. Es leidet aber in der Luft, durch die es gehen muß, Abgang, wie aus vielerley Erfahrungen erhellt, z. E. einerley Sache sieht, auf einerley Art erleuchtet, dunkler aus, wenn sie weit, als wenn sie nahe ist; wenn die Sonne in ein Zimmer zwischen den zugezogenen Vorhängen durchscheinet, so sieht derjenige, der seitwärts stehet, einen hellen Strich, in welchem glänzende Sonnenstäubchen spielen, zum Beweise, daß das Licht, welches gerade fortgehen sollte, von diesen Körperchen aufgehalten, und nach den Seiten zu gebracht wird. Man kann ohngeblendet in die untergehende Sonne sehen, weil ihr Licht alsdenn durch sehr viel dichte und mit Dünsten erfüllte Luft gehen muß, u. s. w.

6. Anm. Wenn im Dreyecke HIK das bey K rechtwinklicht ist (2. F.) der Winkel H = 1" seyn soll, so lehrt die Algebra, daß IK : KH = 0,00000484 : 1 also ohngefähr 0,000005 : 1 also $KH = \frac{1000000}{5}.IK = 200000.IK$;

da ist denn der Winkel I = 89° 59' 59" und also sind KH; IH fast gleichlaufend. Ist also eine Ebene von einem leuchtenden Puncte H; ohngefähr 200000 mahl so weit entfernt

fernt als ihre Breite IK beträgt, so kann man ohne merklichen Irrthum annehmen, daß die Lichtstrahlen auf sie gleichlaufend auffallen.

7. Zus. Wenn zweene leuchtende Puncte L; l; über A stehen, und gleiche Ebenen bey B; C; bescheinen, deren jede von einem Puncte so weit entfernt ist als von dem andern, so verhalten sich die Mengen Lichtes, die auf jede Ebene fallen, auch verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen; denn B bekomme das Licht M von L und m von l; so bekömmt C das Licht $\frac{AB^2}{AC^2}$. M von L; und $\frac{AB^2}{AC^2}$. m von l (3); also ist die Menge Lichtes, die B von beyden Puncten bekömmt $= M + m$; und die C von beyden bekömmt $= \frac{AB^2}{AC^2}.(M+m)$.

8. Zus. Der Satz (3) findet noch statt, auch wenn ein ganzer leuchtender Körper zwo verschiedentlich von ihm entfernte Ebenen bescheinet (7).

9. Anm. Man setze, in A und C 3. Fig. stehen zwey gleich starke Lichter; die Erleuchtung, die jedes in der Mitte E hervorbringt, sey $= l$; also die von beyden zusammen daselbst hervorgebracht wird $= 2l$; Es sey $AE = EC = a$; $EB = x$; also $AB = a - x$; $BC = a + x$; so ist die Erleuchtung, welche das Licht bey A in B verursacht $= \frac{a^2 l}{(a-x)^2}$

und die welche das bey C ebenfalls in B verursacht $= \frac{a^2 l}{(a+x)^2}$

also die völlige Erleuchtung daselbst $= a^2 l.\left(\frac{1}{(a-x)^2} + \frac{1}{(a+x)^2}\right)$. Man bringe die beyden Brüche, welche den

den letzten Factor ausmachen, auf eine Benennung, und addire sie zusammen, so ist der Zähler der Summe $= (a+x)^2 + (a-x)^2 = 2(a^2+x^2)$ (Ar. II. Cap. 5. I. II. Ex.) und der Nenner $= (a-x)^2 . (a+x)^2 = [(a-x).(a+x)]^2$ (Ar. II. Cap. 14.) $= (a^2-x^2)^2$ (Ar. II. Cap. 5. III. Ex.). Also die Erleuchtung $= 2l. \frac{a^2.(a^2+x^2)}{(a^2-x^2).(a^2-x^2)}$

Nun ist a^2-x^2 kleiner als a^2 und auch kleiner als a^2+x^2. Also ist des Bruches, der in $2.l$ multiplicirt wird, Nenner, kleiner als sein Zähler, und folglich der Bruch > 1 oder die Erleuchtung sonst überall grösser als $2l$, als die in der Mitte.

10. Lehns. Aufgabe. Die Mittelpuncte zweener Kreise A; B; 4. Fig. und ihre Halbmesser $AF = p$; $BG = q$; sind gegeben, man soll eine Linie ziehen, die beyde berühret.

Aufl. CD sey diese Tangente, welche der verlängerten AB in E begegnet. Die Halbmesser AC; BD, stehen auf ihr senkrecht (Geom. 19. S. 2. Z.). Mit ihr sey BN gleichlaufend, die AC in N schneidet, und auf beyden genannten Halbmessern senkrecht stehet (Geom. 12. S.), könnte man nun BN in die gehörige Lage legen, d. i. wüßte man nur den Winkel ABN; so könnnte man auf sie ANC, BD, senkrecht setzen, und also gäben sich die gesuchten Berührungspuncte C; D.

Es ist aber für den Sinus totus $= r$; Sin ABN $= \frac{AN}{AB}.r = \frac{(p-q).r}{a}$ daß man also diesen Winkel, welcher $= E$ ist (G. 12. S. 2. Zus.), trigonometrisch berechnen kann. Eine geometrische Verzeichnung

nung gibt sich folgendergestalt: Man beschreibe über AB einen halben Kreis, und trage in ihn eine Sehne $= p - q$ von A aus; so wird diese die Lage der Linie AN und den Punct N geben (Geom. 21. S. 1. Z.), nach dem man BN ziehen kann.

11. Zus. $CAF = 2R - GBD$ (G. 12. S. 2. Z.) $= R - ABN$ (10).

12. Zus. $AN : AB = AC : AE$ (G. 25. S.) also ist $AE = \frac{pa}{p-q}$; Wenn man diese vierte Proportionallinie gefunden hat, so kann man über ihr einen halben Kreis beschreiben, und in ihn eine Sehne $= p$ tragen, welche der Linie AC gleich seyn, und derselben Lage geben wird.

13. Zus. $BE = AE - AB = \frac{aq}{p-q}$ und es läßt sich damit und mit q eben das nur gewiesene Verfahren anstellen, der Linie BD Lage zu finden.

14. Aufg. Wenn die Lagen der Mittelpuncte A; B; 4. Fig. zwoer Kugeln, von denen eine leuchtend, die andere dunkel ist, und ihre Halbmesser $AC = p$; $BD = q$; gegeben sind, zu finden, wie groß das erleuchtende und das erleuchtete Stück ist.

Aufl. Auf der Linie $AB = a$; beschreibe man mit den gegebenen Halbmessern die halben Kreise FCH, KDG; und ziehe eine Tangente CD welche beyde berühret (10). Wenn sich nun die ganze Figur, wie sie auf dem Papiere stehet, um HE als eine

Axe

Axe drehet, so beschreiben die Halbkreise Kugeln, und die Tangente einen Kegel. Ist nun die Kugel um A die helle und die um B die dunkle, so werden der erleuchtende Theil und der erleuchtete zwey Stücken der beschriebenen Kugelflächen seyn, da das erste von F an bis an einen Kreis gehet, der F zum Pole hat, und um den Bogen FC von F abstehet, das andere aber von G bis an einen Kreis gehet, der G zum Pole hat, und um den Bogen GD von G abstehet. Verwechselt man die leuchtende und die dunkele Kugel, so verwechseln sich auch diese Stücken; von keinem Puncte des Bogens FC nähmlich kann Licht anders wohin auf den andern Halbkreis fallen, als auf Puncte des Bogens GD, und so umgekehrt. Folglich berechnet man die Bogen GD; FC; in Graden, wovon hier die Rede ist, aus 10. 11.

Exempel. Es sey $p=100$; $q=1$; $a=22000$ wie sich dieses ohngefähr für die Sonne und die Erde verhält; so ist aus (10)

$$\begin{aligned} lr + l(p-q) &= 11,9956352 \\ la &= 4,3424227 \end{aligned}$$

$$l \sin ABN = 7,6532125$$

also ABN etwas über 15′ und der Bogen GD = 90° 15′ der Bogen CF = 89° 45′ (11) aus Gellibrands Trig. Br. findet sich der Winkel ABN = 0°,26 = 15′ 36′.

15. Zus. Weil allemahl GD über 90 Grad ist, so bescheint eine grössere helle Kugel allemahl mehr

als

als die Hälfte der kleinern dunkeln; welches aber desto weniger beträgt, je geringer p − q in Vergleichung mit a ist (10).

16. Zus. In diesem Falle ist der Schatten ein Kegel, dessen Axe BE sich aus 13. berechnen läßt.

Ex. So wäre die Länge des kegelförmigen Erdschattens (14) vom Mittelpuncte der Erde an gerechnet $= \frac{22000}{99} = 222 + \frac{22}{99}$.

17. Zus. Wäre die grössere Kugel dunkel, so fiele der Schatten hinter ihr nach der Gegend L und M zu; und ginge da unbegränzt fort; er wäre nähmlich das untere Stück eines Kegels, dem die Spitze E fehlt. Man nennt ihn alsdenn korbförmig oder becherförmig. Wären beyde Kugeln gleich, so würde der Schatten cylindrisch (G. 61. S. 4. Z.).

18. Aufg. Aus der Länge eines Körpers ST 5. Fig. und dem Winkel V welchen der Lichtstrahl durch seine Gränze S mit dem Horizonte macht, die Länge des Schattens auf dem Horizonte TV zu finden.

Aufl. tang V : rad = ST : TV.

19. Anm. Wenn die Sonne als ein leuchtender Punct angesehen wird, der in der verlängerten VS stehet, so heißt V ihre Höhe. Wegen der grossen Entfernung der Sonne von uns, werden alle Strahlen, die von ihr aus einem Puncte kommen, als gleichlaufend angesehen. Also kann man hier auch einen bestimmten Punct, z. E. den Mittelpunct von ihr, für den leuchtenden Punct annehmen. Sinde VSL nach dem obersten Puncte der Sonne, und vSI

nach

nach dem untersten, beyde nähmlich in der lothrechten Ebene durch der Sonne Mittelpunct und ST verstanden, so wäre Vv der Halbschatten (Persp. 33.), dessen Länge man also berechnen würde, wenn man nebst den vorigen gegebenen Dingen noch den Winkel LSI = VSv, der Sonne scheinbaren Durchmesser wüßte, der ohngefähr 32. Min. ist. Alsdenn nähmlich wäre v = SVT - VSv und man fände Tv wie vorhin TV.

20. Zus. Von jedem der drey Dinge V; TV; ST; kann eines gefunden werden, wenn die andern beyden gegeben sind.

21. Zus. TV ist so lang als ST; oder länger oder kürzer, nachdem der Winkel V; so groß als 45 Grad oder kleiner, oder grösser ist (Trigon. 4. Erkl.).

22. Aufg. Eine Höhe MN 6. F. deren Schatten MQ auf dem Horizonte man messen kann, zu messen.

Aufl. Man stecke einen Stab von bekannter Länge OP lothrecht dergestalt ein, daß sein Schatten und der Höhe Schatten an einem Puncte Q aufhören; so ist QO : OP = QM : MN, wo die drey ersten Glieder bekannt sind.

23. Anm. Weil die Sonnenstrahlen parallel sind (19), so geht dieses auch an, wenn man den Stab auser der Höhe Schatten einsteckt, und beyde Schatten nur so genau, als möglich ist, zu einer Zeit mißt. Der Halbschatten macht dieses Verfahren unsicher, es läßt sich daher am besten anstellen, wenn er am kürzesten ist, d. i. um Mittag, wenn die Sonne am höchsten stehet.

24. Anm. Der bisher betrachtete wagrechte Schatten (18) wird vmbra recta genannt. Vmbra versa heißt der

lothrechte Schatten, den ein wagrechter Körper auf eine lothrechte Ebene wirft, z. E. ein Stift, der auf die Ebene einer Mauer senkrecht eingesteckt wäre, auf diese Mauer. Man kann beyde gebrauchen Höhen damit zu messen, und das geometrische Quadrat ist zu diesem Gebrauche eingerichtet. S. Wolf El. Opt. §. 172. seqq.

25. Erfahr. Man verwahre ein Zimmer dergestalt, daß kein Sonnenlicht als nur an einem Orte durch eine sehr kleine Oeffnung hinein kommen kann. Der Theil des Bodens des Zimmers, welcher solchergestalt erleuchtet wird, liegt in einer geraden Linie mit dem Loche und der Sonne; weil die Lichtstrahlen gerade Linien sind.

26. Anm. Wäre das Loch ein einziger Punct, wie etwa § 5. Fig. vorstellt, so gäbe es die Spitze von zween Lichtkegeln ab, deren einer ISL den scheinbaren Sonnenteller zur Grundfläche hätte, der andere VSv in das Zimmer ginge. Dieser letztere würde von dem Boden des Zimmers schief geschnitten, und würde also darauf einen Theil helle machen, welcher die Gestalt eines Kegelschnittes, nähmlich einer Ellipse hätte. Ist aber das Loch ein Kreis von einiger, obwohl geringen Grösse, so stelle man sich eine Linie durch seinen Mittelpunct und der Sonne ihren Mittelpunct vor. Man nehme einen willkührlichen Punct im Rande der Sonne an, und lege durch diesen Punct und die nur genannte Linie eine Ebene (Geom. 2. Th. Grundf.), so wird diese Ebene den Rand des Loches in einem gewissen Puncte schneiden; die Linie durch die beyden zusammengehörige Puncte im Umfange der Sonne und im Umfange des Loches wird ein Lichtstrahl seyn, der in das Zimmer verlängert auf den Boden fällt, und diese Lichtstrahlen so ringsherum genommen, werden auf dem Boden ebenfalls eine helle Ellipse geben, deren Mittelpunct eigentlich mit den Mittelpuncten der Sonne und des Loches in einer geraden Linie seyn wird.

26. Erf. Wenn vor der Oeffnung dieses verfinsterten Zimmers (camera obscura) Gegenstände stehen, welche die Sonne stark erleuchtet, die Sonne selbst aber nicht gerade zu hineinscheinet, so mahlen sich diese Gegenstände auf der Wand des Zimmers oder auf einem Papiere, das man hinter das Loch hält, ab, aber umgekehrt.

27. Zus. Die Begebenheit wird daraus begreiflich: Weil das Loch klein ist, und fast für einen Punct, angenommen werden kann; so fällt von jedem Puncte des Gegenstandes ein Lichtstrahl auf einen eigenen Punct der Wand. Da nun jeder Punct, der Licht bekömmt, vermöge der Erfahrung wieder Licht von sich sendet, so wird ein Auge, das die Wand betrachtet, von jedem Puncte der Wand Licht bekommen, daß dieser Punct von einem Puncte des Gegenstandes bekam. Es wird also einerley Empfindung haben, ob ihm diese Lichtstrahlen von Puncten des Gegenstandes, oder ob sie ihm in eben der Ordnung von Puncten der Wand zugesendet werden, eben wie in (Persp. 4.). Nun sey LS 5. F. ein solcher Lichtstrahl, welcher die Wand in M treffe; kömmt ein anderer IS von einem niedrigern Puncte her, so muß er die Wand in einem höhern m treffen, weil sich die Strahlen im Loche durchkreuzen müssen; Eben so erhellt, daß rechte und linke Seite im Gegenstande und im Bilde sich verwechseln müssen.

28. Zus. Alle Gegenstände, die z. E. vor den Fenstern eines Zimmers stehen, als Häuser u. d. g. mahlen sich an seiner Wand ab. Aber diese Bil-

der sind nicht erkenntlich, weil durch solche weite Oeffnungen des Zimmers, auf einen und denselben Punct der Wand Licht von verschiedenen äusern Puncten fällt, da kein Grund vorhanden ist, warum es eher den einen Punct als den andern empfindlich machen sollte. Nach dem allgemeinen Gesetze der Empfindungen nähmlich, ist sich die Seele einer Sache nur alsdenn bewust, wenn sie sich diese Sache allein, oder wenigstens mit einem Vorzuge vor andern vorstellt: Aus einer grossen Menge Vorstellungen, welche die Seele zugleich hat, entstehet wegen ihrer eingeschränkten Kraft eine neue Vorstellung, welche die vorigen alle enthält, aber so, daß sich die Seele keiner davon einzeln recht bewußt ist. Viel dunkle Vorstellungen nähmlich machen zusammen eine klare, in welcher die Theile, die dunkeln, unerkenntlich sind. So empfindet die Seele nur Licht auf einem Puncte, wo sie Licht von verschiedenen Gegenständen vermischt empfindet.

29. **Anm.** Diese Bilder werden lebhafter, wenn man in das Loch ein erhaben geschliffenes Glas setzet. Die Ursache wird sich in der Dioptrik geben lassen.

30. **Erkl.** Wenn in Q 6. Fig. ein Auge stehet, das ich hier als einen Punct betrachte, und von den beyden Enden M, N, eines Gegenstandes MN, nach Q Linien gezogen werden, so heißt der Winkel Q; die scheinbare Grösse (magnitudo apparens), der scheinbare Durchmesser dieses Gegenstandes; auch der Sehewinkel (angulus opticus).

31. Zus. Eine nahe Sache OP und eine entfernte MN, können unter den Umständen, welche die Figur anzeigt, einerley scheinbare Grösse haben.

32. Zus. Wenn bey M, O, rechte Winkel sind, so verhält sich die Tangente der scheinbaren Grösse zum Sinus totus wie die wahre Grösse MN; zur Entfernung MQ; oder die Tangente der scheinbaren Grösse ist $\frac{MN.r}{MQ}$, und $\frac{TS.r}{TV}$ für die scheinbare Grösse V 5. Fig. eines Gegenstandes TS, den ein Auge V betrachtet.

33. Zus. Also stehen die Tangenten der scheinbaren Grössen der beyden Gegenstände 6; 5; Fig. in der Verhältniß MN.TV : TS.MQ welche aus der ordentlichen der wahren Grössen, und der verkehrten der Entfernungen zusammengesetzt ist (Arithm. VI. 3.).

34. Zus. Diese Verhältniß wird TV:MQ für MN = TS und MN : TS für TV = MQ; d. i. die verkehrte der Entfernungen bey gleichen Gegenständen, und die ordentliche der Gegenstände bey gleichen Entfernungen. Sollen aber beyde Gegenstände einerley scheinbare Grösse haben, so ist MN:TS = MQ:TV (Ar. V. 33.) oder sie müssen sich wie die Entfernungen verhalten.

35. Zus. Weil kleine Winkel sich ziemlich wie ihre Tangenten verhalten, so gelten 33; 34; auch von den scheinbaren Grössen selbst, wenn solche klein sind.

36. Zus. Wenn von den drey Dingen MN; MQ; Q; (5. Fig. 32.) zwey gegeben sind, ist das dritte vermöge des rechtwinklichten Dreyecks NMQ gegeben.

37. Zus. Da die Erfahrung lehret, daß Gegenstände uns unsichtbar werden, wenn wir uns zu weit von ihnen entfernen, d. i. wenn ihr Sehewinkel allzuklein wird, so läßt sich folgerdermassen bestimmen, wie klein dieser Sehewinkel werden muß, wenn solches erfolgen soll: Einen Gegenstand von bekannter Grösse, eine Scheibe, z. E. deren Durchmesser man weiß, rücke man immer weiter und weiter von dem Auge weg, bis sie zu verschwinden anfängt. Diese Weite mit der wahren Grösse verglichen, gibt den gesuchten Sehewinkel.

38. Anm. Man kann ihn nach Verschiedenheit der Augen ohngefähr auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ einer Minute setzen. Smiths vollständiger Lehrbegriff der Optik nach meiner deutschen Ausgabe 1. B. 97. §.

39. Zus. Die Sehne eines Kreises erscheinet allen Augen gleich groß, die sich zusammen im Umfange eines von den beyden Abschnitten, welche sie macht, befinden (Geom. 21. S. 3. Z.), worauf sich die von den Alten beliebte runde Gestalt der Schauplätze (amphitheatra), gründet.

40. Anm. Ich rede hier nur von der scheinbaren Grösse, in sofern sie auf den Sehewinkel ankömmt. Unser Urtheil aber von der Grösse einer Sache richtet sich nicht allemahl nach dem Sehewinkel. Denn eben weil uns die Erfahrung gelehrt hat, daß uns einerley Sache in verschiedenen Entfernungen, nach diesem Sehewinkel gerechnet, ver-

verschiedentlich groß vorkommen kann, so mengen wir auch oft uns unbewußt unsere Gedanken von der Entfernung in die Gründe, durch welche jenes Urtheil bestimmt wird. Wir schätzen aber die Entfernung auf vielerley Art; z. E. aus der Menge von Dingen, die wir zwischen uns und dem Gegenstande sehen, aus der Undeutlichkeit, mit welcher wir ihn sehen, u. s. w. Eines der merkwürdigsten Exempel hievon ist: daß uns der Vollmond beym Aufgehen viel grösser vorkömmt, als wenn er höher am Himmel steht. S. den Lehrbegr. der Opt. 1. B. 160. §. und die Anmerkungen darüber.

41. Zus. Zwey Dinge, deren Entfernung unter einem allzukleinen Winkel erscheinet, scheinen beysammen zu stehen.

42. Zus. Die Erscheinung der Gestalt einer Sache kömmt auf die Erscheinung der Grösse ihrer Gränzen und der Lage und Entfernung dieser Gränzen an, und läßt sich also aus dem Angeführten herleiten, wozu man auch das, was in der Perspectiv davon gesagt ist, setzen kann. Die optischen Schriftsteller gehen verschiedene einzelne Fälle hievon durch.

43. Zus. Mit der Erscheinung der Bewegung verhält es sich eben so. Sie kömmt auf die scheinbare Grösse des Weges an, den ein Körper wirklich zurücke legt.

44. Zus. Zweene Körper E; B, 7. Fig. welche sich mit dem Auge O in der geraden Linie EBO befinden, bewegen sich gleichförmig in senkrechten Linien auf EBO, der eine durch EG, der andere durch BC in einerley Zeit. Ihre wahren Geschwindigkeiten verhalten sich also wie die Linien EG; BC; ihre scheinbaren aber wie die Winkel EOG; BOC;

unter denen dem unbewegten Auge ihre Wege erscheinen. Der erste nähmlich erscheinet dem Auge in der Linie OG, der andere in OC; und folglich des ersten Weg kleiner oder grösser als des andern seiner, nachdem der erste Winkel kleiner oder grösser als der andere ist (30), die wahren Wege mögen sich verhalten wie sie wollen, wobey angenommen wird, das Auge wisse von der Entfernungen Unterschiede BE nichts (Persp. 3.); also könnte EG wirklich grösser als BC seyn, und doch dem Auge kleiner aussehen; d. i. die wahre Geschwindigkeit des entfernten Körpers könnte grösser seyn, als des nahen seine, und doch könnte jener langsamer scheinen als dieser.

45. Zus. Es verhalten sich nähmlich die Tangenten dieser scheinbaren Geschwindigkeiten wie $\frac{EG}{EO} : \frac{BC}{BO}$ und sind also gleich, wenn $EG : EO = BC : BO$; da G und C beständig in einer geraden Linie bleiben; Ist aber $EG = BC$; oder sind die wahren Geschwindigkeiten gleich, so verhalten sich diese Tangenten wie BO : EO oder verkehrt wie die Entfernungen.

46. Zus. Wenn der Raum EG, den der Körper in einer kurzen Zeit, z. E. einer Secunde, durchläuft, unter einem unempfindlichen Winkel ins Auge fällt (38), so bemerkt das Auge keine Veränderung des Ortes, wenn es diesen Körper eine solche kurze Zeit nacheinander ansieht; es empfindet also die Bewegung des Körpers nicht, sondern es

schließt

schließt sie nur daraus, wenn es nach einer längern Zeit diesen Körper merklich wo anders sieht als zuvor, oder eigentlich zu reden, es kann diesen Schluß nicht so geschwind machen, als es ihn machen könnte, wenn der Sehewinkel unter dem EG erscheinet, in einer kürzern Zeit merklich würde.

47. Zus. Wenn man also aus der Erfahrung weiß, wie groß ein Weg EG in einer gegebenen Entfernung OE ist, den das Auge in der kurzen Zeit, darinnen er zurückegelegt wird, nicht empfindet, so kann man den Winkel EOG bestimmen; und umgekehrt die Verhältniß EO : EG wenn man den Winkel aus der Erfahrung weiß.

Exempel. Niemand bemerkt, daß ein Stern im Aequator fortrückt, wenn er solchen eine Secunde lang betrachtet; gleichwohl rückt dieser Stern innerhalb solcher Zeit um einen Winkel von 15 Secunden fort. Also wird ein Gegenstand dem Auge stille zu stehen scheinen, wenn sein Weg, denn er in einer Secunde Zeit durchläuft, im Auge den Winkel EOG von 15. Sec. macht, d. i. wie aus der Berechnung der Tangenten erhellt, wenn sich EG : EO, sein wahrer Weg zu seiner Entfernung wie 727 : 10000000 oder fast wie 1 : 1375 verhält. Man vergleiche hiemit auch (38).

48. Zus. In der 8. Fig. bewege sich das Auge sich unbewußt aus O in H indem ein Körper aus B in D kömmt. Der Körper sey vom Auge so weit entfernt, daß es ihn an einen gewissen äussersten Strich, welcher das Gesicht begränzt, setzet, z. E. an

P in der Linie PQ; wenn er wirklich in B ist. So wird es ihn an d setzen, wenn er in D ist, oder er scheinet dem Auge um Pd zurücke gegangen zu seyn, wenn er wirklich um BD vorwärts gegangen ist.

49. Zus. Bey eben der Bewegung des Auges werden von zween Körpern die Räume BC; EL, in gleichen Zeiten durchlaufen; so setzt das Auge jenen an c; diesen an l; und hält den letztern also für langsamer, ob er gleich in der That schneller seyn kann, wie die Figur zeigt.

50. Anm. Exempel hierzu geben die scheinbaren Bewegungen der himmlischen Körper; die Erscheinung der Dinge, die man auf einem Wege sieht, wo man geschwinde fortfährt, u. d. g.

51. Anm. Der Bau des Auges und so viel als wir daraus von der Art, wie es mit dem Sehen zugeht, schliessen können, läßt sich ohne Kenntniß der Dioptrik nicht abhandeln.

Die

Die Katoptrik.

1. Erkl. Ein ebener Spiegel heißt eine ebene undurchsichtige Fläche, die dergestalt polirt und glatt gemacht ist, daß man auf ihr keine merkliche Rauhigkeiten und Ungleichheiten wahrnehmen kann.

2. Zus. Die Materie des Spiegels muß eine Festigkeit und zusammenhängende Theile haben, wenn sie ihre Politur erst durch Menschenhände und die hiebey gebräuchlichen scharfen Pulver, als Sand, Schmergel, Trippel u. s. w. bekommen soll. So schicken sich Glas, Metalle, hartes Holz und dichte und harte Steine, eines mehr, das andere weniger zu Spiegeln. Stillstehendes helles Wasser bekömmt diese ebene Oberfläche von sich selbst (Hydrost. 6.), und ist also ein natürlicher Spiegel.

3. Anm. Man begreift leicht, daß unsere Kunst bey solchen Flächen sich begnügen muß, wenn sie nur für unser Auge eben sind, und da stellen sie denn unsern Sinnen gröstentheils die Eigenschaften dar, die in dem folgenden aus der mathematischen Voraussetzung werden hergeleitet werden: dergleichen Spiegel sey eine vollkommene ebene Fläche.

4. Erf. Man sieht in Spiegeln die Bilder solcher Sachen, die man selbst gerade zu nicht sehen kann; die z. E. hinter dem Auge stehen, wenn das Auge den Spiegel vor sich hat.

5. Zus. Lichtstrahlen, die von einem Gegenstande auf den Spiegel fallen, müssen vom Spiegel ins Auge geschickt werden.

6. Zus.

6. Zus. Sie müssen in eben der Ordnung vom Spiegel in das Auge kommen, wie sie von der Sache selbst gekommen wären, um das Auge in beyden Fällen auf einerley Art zu rühren; und ein Punct des Spiegels muß dem Auge nur Licht von einem Puncte eines einzigen Gegenstandes zuschicken (Opt. 27).

7. Anm. Des letzten Umstandes wegen soll der Spiegel undurchsichtig seyn; Sonst ginge durch eben die Stellen, welche Licht zurücksenden, auch welches von noch andern Gegenständen hinter ihm, das die Empfindung undeutlich machte. Man kann sich hievon leicht bey einer glatten Fensterscheibe versichern, die zum Spiegel wird, so bald man sie in die Umstände bringt, daß kein Licht von hinten zu durch sie fallen kann.

8. Erkl. Diese Wirkung des Spiegels auf die Lichtstrahlen (5), heißt die Zurückwerfung oder Reflexion und die Lehre davon die Spiegelkunst oder Katoptrik.

9. Erf. PQ 1. Fig. sey eine gerade Linie auf einem ebenen Spiegel; MN eine Ebene, auf deren Grundlinie MO gleiche Perpendikel MA = OB aufgerichtet sind, und MC = CO gemacht ist, daß also MCA = OCB. Man setze diese Ebene senkrecht auf den Spiegel, daß MO in die Linie PQ fällt. Bringt man nun einen glänzenden Gegenstand, z. E. eine Stecknadel in B; so wird ein Auge, das sich in der Linie AC befindet, ihr Bild in der verlängerten AC sehen, und es nicht mehr sehen, wenn ihm der Punct C verdeckt wird, wie geschehen kann, wenn entweder der Spiegel an selbigem

bigem Orte bedeckt wird, oder wenn eine Nadel in der Linie AC steckt, so daß das Auge vor ihr C nicht sehen kann.

10. Zus. Die Nadel wird durch Licht gesehen, das sie auf den Spiegel, und er in das Auge sendet. Weil sie nun nicht gesehen wird, wenn kein Licht gerade zu von C nach A kommen kann, so muß es vom Spiegel nach dem Auge den Weg CA, und also von der Nadel nach dem Spiegel den Weg BC nehmen, also ist sein völliger Weg BCA, wo BC der einfallende, CA der zurückgeworfene Strahl heißt.

11. Zus. Diese beyde Strahlen machen gleiche Winkel mit dem Spiegel (Geom. 2. Th. 1. Erkl.), (angulus incidentiae s. inclinationis aequatur angulo reflexionis).

12. Zus. Und sie befinden sich beyde in einer Ebene, die durch den Punct der Zurückstrahlung C und sie beyde auf den Spiegel senkrecht gesetzt wird; welche daher die Ebene der Zurückstrahlung (planum reflexionis) heißt. Und wenn DC auf den ebenen Spiegel senkrecht, also in der Ebene der Zurückstrahlung ist (aus Geom. 47. S.), so ist $ACD = BCD$.

13. Anm. Von diesen beyden Grundgesetzen der Zurückstrahlung (6. 7.) kann man sich auch durch verschiedene andere einfache Erfahrungen versichern. In dem verfinsterten Zimmer (Opt. 25.), wo man den Weg des Lichtstrahles sieht (Opt. 5.), läßt es sich noch sinnlicher zeigen, und alle Schlüsse, die aus dieser Voraussetzung hergeleitet werden, stimmen in allen auch noch so sehr zu-

sam-

sammengesetzten Fällen mit der Erfahrung auf das vollkommenste überein.

14. Anm. Hieraus läßt sich begreifen, warum nicht jede rauhe Fläche Bilder macht. Eine rauhe Fläche kann angesehen werden, als bestünde sie aus verschiedenen Ebenen in verschiedenen Lagen. Wenn also auf ein kleines Theilchen von ihr Strahlen von verschiedenen Gegenständen fallen, so findet jeder dieser Strahlen auf diesem Theilchen eine gewisse Ebene, die ihn in eben das Auge schickt, in welches eine andere Ebene auf diesem Theilchen einen Strahl von einem andern Gegenstande bringt; und so erhält ein Auge von einem Theilchen der rauhen Fläche Licht, das verschiedene Gegenstände auf dieses Theilchen gesendet hatte, folglich empfindet das Auge da nur Licht und kein Bild (Opt. 28.), wie denn auch offenbahr ist, daß die Strahlen von einer rauhen Fläche nicht so ordentlich zurücke geworfen werden als von der ebenen.

15. Erkl. Eine undurchsichtige polirte Fläche, die nach der Krümmung der Fläche eines gewissen geometrischen Körpers gebogen ist, gibt einen krummen Spiegel; den man nach Beschaffenheit dieses Körpers sphärisch, cylindrisch, konisch, parabolisch, u. s. w. nennt. Er heißt ein Hohlspiegel oder ein erhabener Spiegel (cauum vel conuexum) nachdem es die hohle oder die erhabene Seite der Fläche ist, welche zum Spiegel dienet.

16. Zus. Ein Lichtstrahl, der auf einen krummen Spiegel fällt, wird von ihm so zurückgeworfen, wie ihn ein ebener zurückwürfe, der den krummen in der Stelle, wo die Zurückwerfung geschieht, berührte. Es ist nähmlich klar, daß die Zurückwerfung sich blos nach dieser Stelle richtet, und ungeändert bleiben würde, wie sich auch die übrige Gestalt des

Spie-

Spiegels ändern möchte. Der berührende ebene Spiegel aber hat diese Stelle mit dem krummen gemein (G. 49. S. 10. Z.).

17. Zus. Die Ebene der Zurückstrahlung (9) für den ebenen Spiegel (16) wird auch auf den krummen Spiegel senkrecht stehen. Ihr Durchschnitt mit der krummen Spiegelfläche sey PCQ 2. F. mit dem berührenden ebenen Spiegel MCO; DCK ein Perpendikel auf den ebenen, und also zugleich auf den krummen Spiegel, welches sich auch in der Ebene der Zurückstrahlung befindet (12) AC; CB, der einfallende und zurückgeworfene Strahl, so ist ACM = BCO (11), ACD = BCD (12) imgleichen aCM = bCD; aCK = bCK wenn die Zurückstrahlung von der hohlen Seite geschieht.

18. Zus. Ist der Spiegel spährisch, so geht die Ebene der Zurückstrahlung durch der Kugel Mittelpunct (G. 49. S. 10. Z.), und also ist PCQ ein größter Kreis (G. 48. S. 1. Z.) dessen Mittelpunct so wie der Kugel ihrer K seyn mag. Also machen beyde Strahlen AC, CB oder aC; Cb; bey dem Kugelspiegel mit dem Halbmesser KC, der durch den Punct gezogen wird, wo die Zurückstrahlung geschiehet, einerley Winkel, welches dienet, aus einem dieser beyden Strahlen den andern zu finden, ohne daß man die Tangente MO zu ziehen nöthig hat.

19. Anm. Aus (18; 12;) erhellet, warum man bey den katoptrischen Figuren die Spiegel durch Linien vorstellen kann.

Vom ebenen Spiegel.

20. Lehrs. MQ 3. F. sey ein ebener Spiegel, A ein strahlender Punct, vom welchem AM auf den Spiegel senkrecht falle. AC sein ein einfallender Strahl. Ich sage, sey zurückgeworfener CB wird rückwärts in Ca verlängert, das verlängerte Perpendikel AM so schneiden, daß Ma = MA.

Bew. MCA = QCB (11) = MCa (G. 8. S. 4. Z.) da nun CMa = R = CMA und CM den Dreyecken CMA; CMa; gemein ist, so ist Ma = MA (G. 2. S.).

21. Zus. Für jeden Strahl AC, der aus einem gegebenen Puncte A auf einen gegebenen Spiegel fällt, zieht man den zurückgeworfenen so: Von A fälle man auf den Spiegel das Einfallsloth (cathetum incidentiae) AM, in dessen Verlängerung man Ma = MA nehme, und ziehe aCB als den zurückgeworfenen Strahl.

22. Zus. Strahlen, die aus einem Puncte A auf einen Spiegel einfallen, als AC; Ac; werden dergestalt zurückgeworfen, daß ihre zurückgeworfenen alle rückwärts verlängert, durch den Punct a gehen, welcher A gerade gegenüber so weit hinter dem Spiegel liegt, als A vor demselben.

23. Zus. Alle diese zurückgeworfenen Strahlen liegen also dergestalt, als kämen sie von dem Puncte a her; oder die zurückgeworfenen Strahlen liegen dergestalt in Absicht auf den Punct a; wie die einfallen-

fallenden in Absicht auf A liegen. Jede Art nähmlich scheint von ihrem Puncte auszugehen, und bey der letztern findet solches wirklich statt, bey der erstern ist die Lage der Strahlen eben so, als ob sie wirklich von a ausgingen.

24. Anm. Man kann also einen Unterschied unter geometrischen und physischen Strahlen machen; jene sind Linien, welche den Gang des Lichtes vorstellen, diese wirkliches Licht, das diesen Gang nimmt. So ist aC der geometrische, und CB der physische Theil des zurückgeworfenen Strahles.

25. Zus. Das zurückgeworfene Licht erregt in einem Auge B, das nach dem Spiegel zugekehrt ist, eben die Empfindung vom Puncte a; welche dieses Auge vom Puncte A haben würde, wenn es nach selbigem gekehrt wäre (Persp. 4.), und dieserwegen nennt man mit Rechte a ein Bild von A.

26. Zus. Dieses Bild befindet sich im Scheitel des Kegels, den die zurückgeworfenen Strahlen machen (23) (in vertice coni reflexi).

27. Zus. Ein anderes Auge b, bekömmt auch einen andern zurückgeworfenen Strahl cb; von einer andern Stelle des Spiegels c; aber so daß selbiger auch von a herzukommen scheinet. Folglich scheinet allen Augen das Bild an einerley Stelle zu stehen, oder alle Augen sehen einerley Bild.

28. Zus. Eines Perpendikels auf den Spiegel MA Bild, Ma, muß mit ihm in einer geraden Linie fortgehen, wovon man sich leicht durch Versuche versichern kann.

29. Zus. Vor dem ebenen Spiegel PQ 4. F. stehe ein Gegenstand FG; So hat jeder Punct desselben gegen des Spiegels vordere Seite vollkommen die Lage, welche das Bild dieses Punctes gegen des Spiegels hintere Seite hat. Wie man also in dem Gegenstande selbst eine Reihe von Puncten annehmen kann, so findet sich vollkommen eben die Reihe von Puncten im Bilde fg; oder das Bild ist dem Gegenstande gleich und ähnlich, und liegt gegen des Spiegels hintere Seite vollkommen so, wie der Gegenstand gegen die vordere, die Figuren MFGN; Mfgn, würden einander decken.

30. Anm. Die Anwendung dieser Lehren auf die Erscheinungen, welche ein einziger ebener Spiegel darstellt, sind zu zahlreich, als daß sie hier Platz fänden. Ich will nur eine Probe davon geben. FG 4. Fig. sey die ganze Länge eines Menschen, der gerade vor einem lothrechten Spiegel MN steht; O sein Auge. Man fragt, wie lang der Spiegel seyn muß, wenn sich der ganze Mensch darinnen sehen soll. Die Linien fO; gO; werden den Spiegel in den Puncten D; E; schneiden, welche die Strahlen, die von den beyden äußersten Enden des Körpers einfallen, ins Auge senken (21), also sieht sich der Mensch ganz, auch wenn nichts weiter vom Spiegel als das Stück DE vorhanden ist. Es ist aber fg oder FG:DE = FO:DO = fF:MF = 2:1; oder der Spiegel braucht nur halb so lang, als der Körper zu seyn. Für andere Lagen des Spiegels läßt sich diese Frage ebenfalls leicht durch Zeichnung beantworten.

31. Anm. Die Verbindung mehrerer Spiegel gibt ebenfalls eine Menge merkwürdiger und das Auge ergötzender Erscheinungen. Schon bey zween Spiegeln vervielfältigen sich die Bilder eines einzigen Gegenstandes nach Gesetzen, welche denenjenigen, die hievon geschrieben und sich darin-

darinnen viel Mühe gegeben haben, z. E. Trabern Neru. Opt. L. II. c. 4. s. nur sehr unvollkommen bekannt gewesen sind. Ich habe, diese Gesetze kurz und allgemein zu finden, in einer Abhandlung gelehret, welche von mir 1757. in der hiesigen Kön. Ges. der Wiss. vorgelesen worden.

Von hohlen Kugelspiegeln.

32. Aufgabe. Auf eine gegebene Stelle M; eines hohlen Kugelspiegels MA 5. Fig. dessen Mittelpunct L ist; falle ein Lichtstrahl CM mit einem willkührlich gezogenen Durchmesser des Spiegels LA, den man seine Axe nennt, gleichlaufend ein. Man sucht den Ort O wo der zurückgeworfene Strahl MO die Axe schneidet.

Aufl. Der Winkel MLA ist gegeben. Man nenne also seinen Cosinus = e für den Sinus totus = r; und der Kugel Halbmesser sey LA = LM = a; ferner sey LO = x. Man lasse von O ein Perpendikel auf LM so ist LO : LQ = r : e; Aber MLA = CML (G. 12. S. 2. Z.) = LMO (18) folglich LO = MO (G. 3. S. 2. Z.) und LQ = $\frac{1}{2}$a (G. 9. S. 5. Z.) also $x = \frac{\frac{1}{2}a.r}{e}$.

33. Zus. Wofern AM einige Grösse hat, so ist allemahl $x > \frac{1}{2}a$ (Trigon. 2. Erkl. 5. Zus.). Ist also doch $x < a$; oder liegt O zwischen dem Mittelpuncte L, und dem Scheitel A des Spiegels, so liegt O näher bey dem Scheitel als der halbe Halbmesser des Spiegels beträgt. Es wächst aber x mit AM.

34. Zus. Für AM = 60° ist e = ½ r (Trig. 2. Erkl.) also x = a oder O fällt in A. Für grössere Bogen wird x > a oder der Strahl so zurückgeworfen, daß er erstlich nach der andern Seite des Spiegels hinaus verlängert mit der Axe zusammenstiesse. Für AM = 90 Gr. ist e = o und x = ∞ (Trig. 4. Erkl. 4. Zus.) oder der zurückgeworfene Strahl mit der Axe parallel (G. 12. S. 12. Zus.); er müßte alsdenn nähmlich mit dem einfallenden Strahle gerade fortgehen, oder eigentlich geschieht keine Zurückwerfung.

35. Zus. Ist der Bogen AM unendlich klein, so wird e = r und x = ½ a oder O fällt gleich in die Mitte V zwischen L und A.

36. Anm. Die Weite $VO = \frac{1}{2} a . \frac{r-e}{e}$ (32. 35.) ist sehr geringe, wenn der Bogen MA nur wenige Grad hält, und nimmt langsamer zu, als MP das Perpendikel von M auf die Axe, welches letztere algebraische Formeln allgemein darthun. Folgende Rechnung macht es begreiflich: Man setze a = 1 und AM = 5° so ist lr - le = 0,0016558 also $\frac{r}{e} = 1,004$ und $\frac{1}{2} . \frac{r}{e} = 0,502 = x$; folglich VO = 0,002; aber $PM = \frac{LM . \sin MA}{r} = 0,087$. Für AM = 15° findet man auf eben die Art $\frac{r}{e} = 1,035$ und x = 0,517; VO = 0,17 aber MP = 0,258.

37. Zus. Ist die Axe AL nach einem gewissen Puncte der Sonne, z. E. ihrem Mittelpuncte gerichtet, so fallen alle Strahlen von diesem Puncte

mit

mit der Axe parallel ein. Ist also PM=Pm des Spiegels halbe Breite, so gehen alle Strahlen, die auf MP fallen, nach der Zurückwerfung durch OV (33); und sind also da so viel dichter beysammen, so viel OV kleiner als PM ist.

38. Zus. Man richte durch V ein Perpendikel auf die Axe auf, das von MO in S geschnitten wird. So werden alle Strahlen, die auf dem Spiegel zwischen A und M fallen, nach der Zurückwerfung zwischen V und S durchgehen. Es verhält sich aber OV : VS = OP : PM; und wenn der Bogen AM wenig Grade hält, so ist O nahe bey V (36) und P nahe bey A; daß man also fast VA oder $\frac{1}{2}$ a statt OP setzen kann, da denn OV : VS = $\frac{1}{2}$ a : PM. Folglich ist allemahl in diesem Falle OV viel grösser als VS; und dieses zeigt noch mehr, wie die Strahlen in VS viel dichter beysammen sind, als sie in MP waren.

Für AM = 5° ist LP = $\frac{\text{a. cos AM}}{\text{r}}$ = 0,996; also aus (36) LP − LO = OP = 0,494, folglich VS = $\frac{\text{OV. PM}}{\text{OP}} = \frac{0,002 . 0,087}{0,494} = 0,0003$.

39. Zus. Man stelle sich vor, die Figur, wie sie auf dem Papiere steht, drehe sich um die Axe LH, so wird ein Kugelspiegel beschrieben, dessen halbe Breite PM ist, und derselbe bringt alle Strahlen, die auf ihn fallen, in einen Kreis zusammen, dessen Halbmesser VS ist; Aber die auffallenden Strahlen nahmen einen Kreis ein, dessen Halbmesser PM war. Also verhalten sich die Räume, welche von

den auffallenden und von den zurückgeworfenen Strahlen ausgefüllt werden, wie $PM^2 : VS^2$ d. i. die zurückgeworfenen sind so viel dichter beysammen als die einfallenden, so vielmahl das erste Quadrat grösser ist als das letzte.

So ist im Exempel (38) diese Verhältniß 0,007569 : 0,00000009; oder weil MP : VS = 870 : 3 = 290 : 1 so ist diese Verhältniß = 84100 : 1 oder das zurückgeworfene Licht ist 84100 mahl dichter als das einfallende.

40. **Anm.** Man kann noch einen kleinern Kreis bestimmen, der alle zurückgeworfene Strahlen enthält. Sein Halbmesser ist ohngefähr $\frac{1}{4}$ VS; S. meiner analyt. Katoptr. 1. Cap. 2. S. 14. Z.

41. **Zus.** Durch diese Verdichtung werden die Lichtstrahlen vermögend gemacht bey V zu brennen; daher V der **Brennpunct** (focus), so wie AV die **Brennweite** (distantia focalis), des Spiegels heißt, welche letztere also den vierten Theil des Durchmessers beträgt.

42. **Anm.** Es läßt sich nähmlich durch Berechnungen zeigen, daß die Strahlen unweit von V am dichtesten beysammen sind, dichter als in grössern Entfernungen von V.

43. **Anm.** Uebrigens wird hiebey zum voraus gesetzt, daß alles Licht, welches auf den Spiegel fällt, nach dem Gesetze der Reflexion gegen die Axe zu geworfen wird. Allein aus der Art, wie Spiegel polirt werden, erhellt, daß sie nur von den gröbsten Ungleichheiten, die unser Auge empfinden könnte, frey, in der That aber für die zarten Lichttheilchen rauh, und so zu reden bergicht sind: Folglich wird das Licht, das auf eine Stelle des Spiegels von den verschiedenen Ebenen, die es da antrifft, auf verschiedene

dene Seiten geworfen. Dieses bestätiget auch die Erfahrung. Fände nichts weiter als die bisher vorausgesetzte Zurückwerfung statt, so müßte man von der Fläche eines Spiegels, den die Sonne beschiene, nichts sehen, wenn man seitwärts desselben stünde, denn es könnte von ihm kein Licht in das Auge kommen.

44. **Anm.** Weil die Sonne kein Punct ist, so gilt das Gelehrte nicht von der ganzen Menge aller Sonnenstrahlen. Wenn die Axe nach der Sonne Mittelpuncte gerichtet ist, so fallen die Strahlen von dem Rande der Sonne nicht mit ihr parallel ein, sondern sie schneiden sie unter einen Winkel von ohngefähr 16 M. Diese seitwärts einfallende Strahlen werden also anders zurückgeworfen, und folglich müssen nur die aus einem Puncte kommen, auf die beschriebene Art zurückgeworfen mächtig genug zum Brennen seyn; Die andern tragen vielleicht doch etwas bey, den Körper im Brennpuncte zu erwärmen, und zum Brennen zu bereiten.

45. **Anm.** Von zween Spiegeln, die einerley Halbmesser haben, fängt der breitere mehr Strahlen auf als der schmählere, aber er bringt sie nicht so dichte zusammen (41): Bey der sphärischen Gestalt des Spiegels nähmlich, ist es unvermeidlich, daß ein Strahl, der in einiger Entfernung von der Axe einfällt, zurückgeworfen durch einen Punct O gehet, der von V unterschieden ist. Gäbe es eine Krümmung, die alle Strahlen genau in einen Punct zurückwürfe, so würde diese Abweichung wegen der Gestalt (aberratio ex figura) bey ihr wegfallen, und diese Krümmung am besten zu Spiegeln taugen, wenigstens in Absicht auf die Strahlen, welche mit der Axe parallel einfallen. Die Geometrie zeigt, daß diese Krümmung die parabolische ist. Man s. hievon und von der ganzen bisherigen Theorie, meine analytische Katoptrik 1. Cap. im vollst. Lehrbegr. der Opt. 81. Seite.

46. **Zus.** Wenn ein Licht im Brennpuncte des Hohlspiegels stehet, so werden die Strahlen, die es

auf den Spiegel sendet, von demselben beynahe parallel mit der Axe zurückgeworfen werden. Dieses dienet, den Glanz von einem Lichte weiter fortzuwerfen, als er sonst empfindlich seyn würde, wenn er sich nach Opt. (2) ausbreitete. Er wird aber doch von der Luft (Opt. 5.) nach und nach geschwächt.

47. **Anm.** Wie der Gegenstände Bilder in hohlen Spiegeln erscheinen, davon ist die Theorie zu schwer und zu weitläuftig, als daß ich sie hier vortragen könnte. Ja die Gründe, auf denen sie beruhet, sind noch nicht völlig zur überzeugenden Richtigkeit gebracht. Man s. hievon den Lehrbegriff der Optik 2. B. 8. C. und die Anmerkungen darüber 473. u. f. Seit. meiner Ausgabe.

48. **Anm.** Eben das läßt sich von den erhabenen Spiegeln sagen, bey denen nur überhaupt gemerkt werden kann, daß sie ein kleineres Bild, als der Gegenstand ist, aufgerichtet machen, da der Hohlspiegel oft ein grösseres und verkehrt darstellt. Diese Verkleinerung geht bey den erhabenen Spiegeln desto weiter, je kleiner ihr Durchmesser ist.

49. **Anm.** Weil sich auf einem cylindrischen Spiegel der Länge nach mit der Axe parallel lauter gerade Linien, und der Quere nach mit der Grundfläche parallel lauter Kreise ziehen lassen, so wird er die Gegenstände der Länge nach ihrer wahren Gestalt und Grösse lassen (29), der Quere nach aber verkleinern (48). Ein konischer Spiegel wird ohngefähr eben das thun; er ist der Länge nach als eine Menge ebener Spiegel, und der Quere nach als eine Menge erhabener von immer kleinern und kleinern Durchmessern anzusehen. Hierauf gründen sich sowohl die Erscheinungen dieser Spiegel als auch die Vorschriften Bilder zu entwerfen, die vom Auge unmittelbar betrachtet sehr verzogen aussehen, im Spiegel aber eine ordentliche Gestalt bekommen. S. Lehrbegr. der Opt. 2. B. 1. Th. 2. C.

Die

Die Dioptrik.

1. Erf. Man messe den horizontalen Schatten DT eines undurchsichtigen Körpers DC, den die Sonne von der Seite S her bescheinet. Man bringe nachgehends an die Seite der Körpers, nach welcher sein Schatten zufällt, ein gläsern Gefäß von der Gestalt eines hohlen Würfels mit Wasser oder einem andern flüßigen Wesen; dergestalt, daß der Strahl CT welcher den vorigen Schatten begränzte, bey C in das Wasser gehen muß; So wird der Schatten allemahl kürzer werden, und z. E. nun DV seyn; ABCD stellt den verticalen Durchschnitt des Gefässes durch den Strahl vor; und CB die Oberfläche des Wassers, welche horizontal seyn wird. Eben das erfolgt, wenn man einen dichten gläsernen Würfel nimmt, oder ein Stück Glas, da wenigstens zwo einander gegenüberstehende Ebenen, mit der dritten zwischen ihnen, rechte Winkel machen, damit ABCD ebenfalls dergleichen Durchschnitt von ihm seyn kann.

2. Zus. Die Lichtstrahlen, welche aus einer dünnern Materie in eine dichtere kommen (wie jede Materie, mit der man diesen Versuch anstellen kann, in Absicht auf die Luft ist), werden aus ihrem vorigen Wege gebracht.

3. Zus. Sie leiden diese Aenderung aber nur in der Fläche, welche des dünnern und des dichtern Mittels gemeinschaftliche Gränze ist, in jedem Mittel von einförmiger Dichte gehen sie gerade fort.

4. Zus. Eben dergleichen Aenderung des Weges muß ihnen wiederfahren, wenn sie aus dem dünnern ins dichtere gehen, nur daß diese Aenderung der vorigen entgegengesetzt ist. Wenn nähmlich im ersten Falle der Strahl SC die Lage CV bekömmt, so muß im andern VC die Lage CS bekommen.

5. Anm. Diese Schlüsse (3. 4.) lassen sich durch mehr Erfahrungen bestätigen. Und wenn man sie auch jetzo nur als Muthmassungen annehmen will, so wird ihre Richtigkeit dadurch dargethan, daß alle Folgerungen daraus mit der Erfahrung auf das genaueste übereinstimmen.

6. Erkl. Diese Aenderung des Weges der Lichtstrahlen heißt die **Brechung** (refractio); die Wissenschaft, welche davon handelt, die **Dioptrik**. Die Fläche, wo zweyerley Mittel an einander gränzen, wie CB 1. F. die brechende Fläche; Ein Perpendikel darauf wie CD; das Neigungsloth (cathetus incidentiae vel inclinationis) des einfallenden Strahls Winkel damit TCD; der Neigungswinkel (angulus inclinationis) des gebrochnen Strahles Winkel damit VCD der gebrochene Winkel (angulus refractus) beyder Strahlen Winkel TCV; der Brechungswinkel (refractionis).

7. Zus. Weil D; V; T; in einer einzigen geraden Linie sind, wie die Erfahrung lehret, so liegen beyde Strahlen und das Loth CD in einer einzigen Ebene, welche auf der brechenden Fläche senkrecht stehet (G. 47. S.), und die Brechungsebene (planum refractionis) heißt, wie dergleichen Ebene

auch

auch bey der Reflexion vorkam. Dieses zeigt wiederum, warum man die Berechnung der Strahlen auf körperlichen Flächen vorzustellen, nur diese Ebene, und was in ihr geschieht, entwerfen darf.

8. Zus. Weil man CD; DT; DV; messen kann, so lassen sich die genannten Winkel berechnen, und also mit einander vergleichen.

9. Erf. Wenn ein Strahl SC aus Luft in Glas fährt, so wird er aus der Lage CT nach dem Perpendikel CD zu gebrochen, so daß der Sinus des Neigungswinkels zum Sinus des gebrochnen Winkels ohngefähr die Verhältniß wie 3:2 hat; fährt er aber aus Luft in Wasser, so findet sich diese Verhältniß = 4:3. Dieses läßt sich vermöge (8) versuchen. Man nennt dergleichen Verhältniß; die Verhältniß der Refraction.

10. Aufg. Aus der Lage des einfallenden Strahls SCT 2. Fig. die Lage des gebrochnen CV bey Glase (9) zu finden.

Aufl. I. Durch Zeichnung. Man beschreibe aus dem Einfallspuncte mit einem willkührlichen Halbmesser CT einen Kreis und ziehe darinnen des Neigungswinkels TCD Sinus Tt; Man nehme $tu = \frac{2}{3} Tt$ und ziehe uV mit CD gleichlaufend, so wird Vv = tu des gebrochnen Winkels Sinus und also VC der gebrochne Strahl seyn.

II. Durch Rechnung. Man ziehe $l\frac{2}{3}$ von l sin TCD ab, so gibt sich l sin VCD.

Exempel.

Exempel. Es sey TCD = 70°; So ist

l 3 = 0,4771212
l 2 = 0,3010300

l $\frac{2}{3}$ = 0,1760912
l sin 70° = 9,9729858

l sin VCD = 9,7968946

Gibt VCD = 38° 47′. Zahn berichtet, er habe durch ein Werkzeug, das er statt des Verfahrens (1) brauchet, diesen Winkel = 38° 50′ gefunden Oc. Fund. II. Synt. 1. cap. 2. Sein Werkzeug ist so wenig, als das hier beschriebene Verfahren, auf einige Minuten zuverläßig.

11. Zus. Wenn ein Strahl CV 1. Fig. nach Q zu aus Glas in Luft fähret, so wird er von dem Lothe VW dergestalt weggebrochen, daß der Sinus des Neigungswinkels QVW zum Sinus des gebrochnen ZVW sich verhält wie 2:3 (4); also findet man des letztern Sinus Logarithmen, wenn man zum Logarithmen des ersten, den Logarithmen von $\frac{2}{3}$ addirt.

12. Zus. Wenn sich die Winkel beynahe wie ihre Sinus verhalten, so kann man die Winkel VCD = $\frac{2}{3}$ TCD und ZVW = $\frac{3}{2}$ QVW nehmen. Diese Voraussetzung findet aber nur bey sehr kleinen Winkeln in einiger Schärfe statt; und weicht von der Wahrheit immer mehr und mehr ab, je grösser die Winkel werden. Man erstreckt sie bis auf den Fall, da der größte Winkel = 30 Gr. wird; aber da

gibt

gibt sie schon einen Fehler, der mehr als einen halben Grad beträgt, den $\frac{2}{3}$ sin 30° = sin 19° 28′.

13. Zus. Es ist $\frac{2}{3}$. 10 000 000 = 6 666 666 = sin 41° 48′ Ist also QVW 1. Fig. grösser als dieser Winkel oder CVD kleiner als 48° 12′ seine Ergänzung, so gibt die Rechnung sin ZVW grösser als den Sinus totus. Diese Ungereimtheit zeigt an, daß es hier keinen gebrochnen Winkel geben kann. Die Erfahrung lehrt auch, daß Strahlen, die so schief auffallen nicht aus dem Glase in die Luft gehen, sondern zurücke geworfen werden.

14. Anm. Kepler hat dieses schon bemerkt Dioptr. Propr. 13. die Art die Grösse der Brechung zu messen (8), rührt auch von ihm her. Das Gesetz der Brechung aber (9) hat Snellius zuerst entdeckt und Cartesius mit Verhehlung des Erfinders aus ihm genommen. Hugen. Dioptr. im Anf.

15. Anm. Im folgenden wird fast keine Strahlenbrechung als die zwischen Glase und Luft betrachtet werden, daher ich nicht Ursache habe hier von andern zu reden, welches auch zu weitläuftig wäre. Ueberhaupt richtet sich die Strahlenbrechung nach der Verschiedenheit der Dichtigkeit unter die durchsichtige Wesen, die aneinander gränzen, und geschieht allezeit nach dem Neigungslothe zu (wie 9), wenn der Strahl aus dem Dünnern ins Dichtere fährt, und vom Neigungslothe weg im andern Falle. Oelichte und harzichte Körper brechen die Strahlen stärker als andere von gleicher Dichtigkeit. Newt. Opt. L. II. P. III. pr. 10.

15. Zus. Bey krummen Flächen sind die Neigungslothe Perpendikel auf ihre Tangenten an den Einfallspuncten, und folglich bey Kugelflächen Halbmesser, wie in der Katoptrik.

16. Zus.

16. Zus. Wenn über BC und unter AD 1. Fig. einerley Materie ist, die Flächen BC; AD, aber parallel sind; (z. E. wenn BCDA ein dichtes würfelichtes Stück Glas wäre, über und unter dem sich Luft befände;) so ist der ausfahrende Strahl VZ dem einfallenden SCT parallel, was auch für eine Verhältniß der Refraction statt findet. Denn aus (4) ist allemahl sin TCD : sin VCD = sin ZVW : sin QVW und QVW = VCD.

Die verschiedenen Arten der Gläser.

17. Erkl. In der 3....8. Fig. haben die Kreisbogen, die durch A; B; gehen, C; K; zu Mittelpuncten, und stellen die Durchschnitte kugelförmig geschliffener Gläser durch ihrer Kugeln Mittelpuncte vor; die Linie durch die Mittelpuncte heißt die Axe. Wenn sich jede Figur, wie sie da gezeichnet ist, um ihre Axe drehet, so beschreibt sie das Glas, dessen Durchschnitt sie ist; diese Gläser haben folgende Nahmen: 3. F. Converconver oder auf beyden Seiten erhaben; 4. F. Planconver auf einer Seite erhaben, auf der andern eben; 5. F. Concavconcav auf beyden Seiten hohl; 6. F. Meniskus der erhabenen Seite Halbmesser kleiner als der hohlen, daher beyde eine Sehne haben können (G. 20. S. 1. Z.); 7. F. Concavconver, der erhabenen Seite Halbmesser grösser als der hohlen; 8. F. Planconcav; Man begreift, daß dieses alle mögliche Arten von Gläsern sind, die sich in ebene und kugelförmige Flächen einschliessen lassen.

18. Zus.

18. Zus. Die ebene Fläche eines Glases kann angesehen werden, als wäre ihr Halbmesser unendlich; und die Axe steht auf sie senkrecht (G. 20. S. 2. Z.), eine hohle aber, als würde der Halbmesser, der ihr in der 3. F. zugehörte, verneint (Ar. I. 90); so ist der Fläche NAM 5. F. Halbmesser der Halbmesser der Fläche NAM 3. F. verneint genommen.

19. Aufg. Aus der gegebenen Gestalt des Glases, zu finden, wie ein gegebener einfallender Strahl in demselbigen gebrochen wird.

Aufl. AMB 9. F. sey die Hälfte eines Glases, wie in der 3. F. vorgestellt wird; AM, welche die einfallenden Strahlen auffängt, ist die Vorderfläche, BM; wo die gebrochnen herausfahren, die Hinterfläche. EP sey ein einfallender Strahl, der so liegt, als käme er von einem Puncte D der Axe her; oder wirklich daher kömmt, wenn D ein strahlender Punct ist. Dieser Strahl würde verlängert nach PV gehen. Man ziehe sein Neigungsloth CP (15) und den gebrochnen Strahl PQ (9. oder 12.) der die Axe in Φ schneide; dieses Neigungsloth ist KQT; und sein gebrochner QF läßt sich aus 9. oder 12. ziehen; daß man also sowohl die Lage desselben als seinen Durchschnitt mit der Axe F bestimmen, und solchergestalt den völligen Weg des zweymahl gebrochnen Strahls DPQF ziehen kann. Aus diesem Exempel des Glases, das auf beyden Seiten erhaben ist, wird man leicht sehen, wie man in den andern Fällen zu verfahren hat. Es kömmt alles darauf an, die Neigungslothe gehörig zu ziehen, und die gebrochnen

Strah-

Strahlen nach vorhergehender Anweisung zu legen. Meistens kann solches nach (12) geschehen.

20. Anm. Auf diese Vorschriften, die Lage der gebrochnen Strahlen durch Zeichnung zu finden, gründen sich Arten, solches durch Rechnung zu thun. Sie setzen in der That nichts weiter zum Voraus, als die Buchstabenrechnungen, die in der Arithmetik 2. Cap. sind gelehret worden, und liessen sich also hier vollkommen beybringen, wenn mich nicht davon ihre Weitläuftigkeit und das Bedenken abhielte, daß es doch nicht möglich ist, hier die Dioptrik vollständig und gründlich genug abzuhandeln. Man findet sie in meiner analytischen Dioptrik; im Lehrbegr. der Opt. 2. B. 2. Th. 1. C. Ich will hier nur einige Folgerungen daraus hersetzen, die man mir indessen glauben muß; die sich durch Erfahrungen, wenn es nöthig scheinet, bestätigen lassen, und die man wissen muß, um die Beschaffenheit der optischen Werkzeuge zu verstehen.

21. Strahlen, die mit der Axe parallel, und unendlich nahe bey ihr einfallen, werden vom Converglase; Planconverglase; und Meniskus; beynahe in einen Punct der Axe, hinter dem Glase vereinigt. Man heißt ihn den **Brennpunct**, und seine Weite von der Hinterfläche des Glases die **Brennweite**; aus eben den Ursachen, aus welchen man diese Nahmen bey Hohlspiegeln (Kat. 41.) gebraucht. Diese Gläser können also zusammen unter dem Nahmen erhabener begriffen werden. Die Dicke des Glases wird hier in Vergleichung mit den Halbmessern als nichts angenommen, daß man also die Brennweite, von welcher Fläche man will, rechnen mag.

22. Wenn bey dem Converglase z. F. die beyden Halbmesser der Vorderfläche CA = r; der Hinter-

fläche

fläche KB = ϱ heissen; so ist die Brennweite = 2 rϱ; (r + ϱ) und bleibt also einerley, wenn gleich das Glas umgewandt, und die vorige Vorderfläche nun zur Hinterfläche gemacht wird.

Ex. Es sey r = 7′; ϱ = 9′ so ist die Brennweite $= \frac{2.7.9}{7+9} = \frac{126'}{16} = 7'\frac{7}{8}$.

23. Also bey einem Glase, das auf beyden Seiten gleichviel erhoben ist oder r = ϱ hat, die Brennweite $= \frac{2r^2}{2r} = r$.

24. Und bey einem Planconcavglase $= \frac{2r\varrho}{\varrho}$ $= 2r$; oder $\frac{2r\varrho}{r} = \varrho$ nachdem r oder ϱ unendlich ist,

d. i. nachdem die ebene oder die erhabene Seite vorwärts gekehret ist (18), allemahl nähmlich so groß als der erhabenen Seite Durchmesser, und folglich noch einmahl so groß als des Glases (23), wenn beyde Gläser zu einerley Kugeln gehören.

25. Wenn beym Meniskus die erhabene Fläche vorgekehrt ist, so ist ϱ verneint (18), und so groß, daß r + ϱ wo ϱ verneint ist, eine verneinte Grösse gibt (17), und 2 rϱ ist verneint; weil der Factor ϱ verneint ist, also ist die Brennweite, wie sie in 22 ausgedruckt wird, ein Quotient zwoer verneinten Grössen, und bejahend.

Ex. Bey diesem Meniskus habe die Vorderfläche 7. F. den Halbmesser CA = 4; die hintere KB = 6; so ist r = 4; ϱ = − 6 und die Brennweite = $\frac{2.4.-6}{4-6} = \frac{-2.4.6}{-2} = +24$. Findet man es bequemer, so kann man gleich aus dem Ausdrucke 22 den Ausdruck für diesen Meniskus machen, wenn man − ϱ statt + ϱ schreibt, da also die Brennweite = $\frac{-2r\varrho}{r-\varrho}$ und positiv wird, weil der Divisor negativ ist, wie man sie denn durch $\frac{+2r\varrho}{\varrho-r}$ ausdrücken kann. Im Exempel wäre nun r = 4, ϱ = 6; und die Brennweite = $\frac{2.4.6}{6-4}$. Kehrte man die hohle Seite vor, so wäre r verneint, und also in (22) − r statt + r geschrieben die Brennweite = $\frac{-2r\varrho}{\varrho-r}$ wieder bejahend, weil wieder der verneinte Halbmesser grösser als der bejahte ist.

26. Eine ganze Kugel, wo man die Dicke (21) nicht beyseite setzen darf; vereinigt unendlich nahe Parallelstrahlen mit der Axe in einem Puncte, der um den vierten Theil ihres Durchmessers hinter ihrer Hinterfläche liegt.

27. Für ein Glas, das auf beyden Seiten hohl ist, wie 10. F. kann man in dem Ausdrucke der Brnnweite (22) − r; − ϱ; statt dieser positiven

Grössen

Grössen schreiben (18. 25). Sie wird also $= \frac{-2r.-\varrho}{-r-\varrho}$ $= \frac{+2r\varrho}{-(r+\varrho)}$ verneint, und also der Brennweite (22) gleich und entgegengesetzt, wenn beyde Gläser 9. Fig. 10. Fig. mit Flächen von einerley Halbmessern, nur jenes mit erhabenen, dieses mit hohlen begränzt sind. Wie nähmlich in der 9. F. der Brennpunct F hinter dem Glase lage, so liegt er in der 11. F. vor dem Glase, d. i. die gebrochnen Strahlen wie Qq fahren hinter dem Glase so aus einander als kämen sie von F vor dem Glase her, wie bey dem ebenen Spiegel (Kat. 22). Daher heißt F 9. Fig. ein wirklicher physischer Brennpunct; ein Sammlungspunce (punct. concursus), aber 11. F. ein geometrischer (virtualis), ein Zerstreuungspunct (punctum dispersus); Seine Weite wird auch oft die Brennweite genannt.

28. Für ein Glas, das auf beyden Seiten gleichviel hohl ist, beträgt die Weite dieses Zerstreuungspunctes AF 11. F. soviel als der Halbmesser jeder seiner Flächen; für ein Planconcavglas aber soviel als der Durchmesser der hohlen Fläche; eben wie (23; 24). Für ein Concavconverglas 8. Fig. wird aus (22) die Brennweite $= \frac{-2r\varrho}{\varrho-r}$ oder $= \frac{-2\varrho r}{r-\varrho}$ verneint, weil (17) der verneinte Halbmesser jedes mahl kleiner als der positive ist, oder F ist allemahl ein Zerstreuungspunct vor dem Glase.

29. Wenn D 9. Fig. ein Punct der Axe in einer endlichen Entfernung $=b$ vor einem Glase wie 22. 23. 24. 25. ist; die Brennweite dieses Glases $=l$ und $b > l$ ist; so werden die Strahlen, die aus D auf das Glas unendlich nahe bey der Axe einfallen, hinter ihm in einem Puncte der Axe F, so vereinigt, daß $BF = \frac{bl}{b-l}$ welche Weite ich f nennen will.

Die 10. F. stellt eine Menge solcher Strahlen, die auf des Glases Vorderfläche fallen; einen auffallenden Strahlenkegel, dessen Spitze D ist, vor; von dem der Kegel der gebrochnen Strahlen entsteht, dessen Spitze F ist. In 22. war statt des auffallenden Strahlenkegels ein Cylinder.

Ex. Die Brennweite eines solchen Glases sey $l = 10'$ und $AD = b = 50'$ so ist $f = \frac{500}{40} = 12' \frac{1}{2}$.

30. F kann das Bild von D genannt werden. Der Brennpunct ist ein Bild einer unendlich entlegenen Sache.

31. Bey einerley Glase ist das Bild desto näher hinter dem Glase, je weiter die Sache vor ihm liegt, oder f desto kleiner, je grösser b ist.

32. Daher ist der Brennpunct das nächste Bild hinter dem Glase. Die Weite der übrigen Bilder richtet sich folgendergestalt nach der Brennweite: Wenn einerley Sache vor zwey Gläsern in einerley

Ent-

Entfernung stehet, so ist ihr Bild am nächsten hinter dem Glase, das die kürzeste Brennweite hat. Man nennt dieses Glas erhabener als das andere, welches flächer heißt. Es kann von des letztern beyden Flächen eine erhabener seyn, als eine von des erstern Flächen; aber alsdenn muß die andere Fläche soviel weniger Krümmung haben, als die andere Fläche des ersten, daß doch im Ganzen das Glas, das die längste Brennweite hat, die Strahlen weniger bricht, als dessen Brennweite kürzer ist.

Wäre nebst dem Glase (29) die grössere Brennweite eines andern $= L$ und die Weite des Bildes hinter ihm $= F$; so wäre $f : F = \frac{b.l}{b-l} : \frac{b.L}{b-L} = \frac{l}{b-l} : \frac{L}{b-L}$. Weil nun $l < L$; aber b grösser als jede Brennweite, so ist $b-l > b-L$ und also bey $\frac{l}{b-l}$ der Divisor grösser, und der Dividendus kleiner als bey $\frac{L}{b-L}$; daher jener Quotient kleiner als dieser.

33. Wenn sich also die Sache dem Glase nähert, so rückt ihr Bild hinter dem Glase weiter weg. Kömmt sie so weit vor das Glas zu stehen, als sein Brennpunct hinter ihm liegt, oder, welches eben das ist, liegt sie auf einer Seite des Glases in dem Puncte der Axe G 12. F. in welchen das Glas Strahlen vereinigen würde, die wie qQ von der andern

Seite auf das Glas mit der Axe parallel einfielen, so ist ihr Bild unendlich weit vom Glase entfernt; es wird nähmlich alsdenn $b = l$ und $f = \frac{bb}{o}$; unendlich (Trig. 4. Erkl. 4. Z.) die gebrochnen Strahlen gehen mit der Axe parallel. Denn weil vom einfallenden qQ; der gebrochne PG wäre, wie angenommen wird, so muß umgekehrt, wenn das Licht eben die Richtungen, nur entgegengesetzt, nimmt, vom einfallenden GP der gebrochne Qq seyn (4). Liegt endlich der strahlende Punct zwischen G und dem Glase, oder ist $b < l$ so wird f verneint, oder das Bild, das bey einem bejahenden f hinter das Glas fiel, fällt jetzo vor das Glas, es ist ein blos geometrisches Bild, ein Zerstreuungspunct wie (26).

34. Ein strahlender Punct mag vor einem der hohlen Gläser (26; 27.) in der Axe liegen wo er will, so hat er statt seines Bildes allemahl einen Zerstreuungspunct.

35. Auf das Glas 13. F. falle ein Strahl EP, sein gebrochner sey PQ, und die Tangenten oder Elemente beyder Flächen bey P; Q; seyen parallel; so wird der ausfahrende Strahl Qq mit dem einfallenden EP gleichlaufend seyn (16); Man kann für jedes Glas den Punct der Axe O finden; durch den der Strahl nach der ersten Brechung durchgehen muß, daß dieses erfolget. Wenn die Dicke des Glases beyseite gesetzet wird, so fällt O mit A oder B, des Glases Mittelpuncte zusammen, und EPQq kann als eine gerade Linie angesehen werden.

36. Wenn

36. Wenn also E die Spitze eines auffallenden Strahlenkegels ist, so wird EPQq seine Axe seyn; und die auffallenden Strahlen werden alle nach einem Puncte dieser Axe, als einer Spitze des gebrochnen Strahlenkegels, gebracht werden. Dieser Punct sey e; so ist e das Bild von E wie (29).

37. Wenn DE eine gerade Linie ist, welche auf des Glases Axe senkrecht steht, und der Winkel EAD klein ist, so werden die Strahlen, die von E auf das Glas fallen, kleine Neigungswinkel machen, und also nach (12) gebrochen werden. In diesem Falle wird das Bild e ohngefähr so weit hinter dem Glase liegen als das Bild F (29). Befindet sich also D im Brennpuncte (33) so muß e auch unendlich entfernt seyn, oder die Strahlen, die von E auf das Glas fallen, gehen nach der Brechung parallel unter sich, nicht mit der Axe.

38. Da nun eben das von allen leuchtenden Puncten gilt, die sich in DE befinden können, so wird denselben eine Reihe von Bildern zugehören, die der ganzen Linie DE Bild Fe ausmachen.

39. Dieses Bild ist verkehrt, wenn das Glas zwischen ihm und dem Gegenstande liegt, d. i. wenn es ein wirkliches Bild ist; denn eben diese Schlüsse geben bey hohlen Gläsern (33) ein blos geometrisches Bild.

40. Fe : DE = FO : DA oder Bild und Gegenstand verhalten sich wie ihre Weiten vom Glase, weil O, A, B, zusammen fallen (34).

41. Entlegener Gegenstände Bild ist nahe bey dem Glase und klein; naher, entfernt und groß (29. 39).

42. Wenn also das Bild alles Licht, oder den größten Theil des Lichtes enthält, das der Gegenstand auf das Glas schickte, so wird dieses Licht bey einem entlegenen Gegenstande dichte beysammen und das Bild also hell seyn (40). Daher das Bild der Sonne als eines unendlich entfernten Gegenstandes brennt, wenn anders das Glas breit genug ist, eine zulängliche Menge Strahlen aufzufangen.

43. Alle Sätze von 21 bis 42 sind in völliger Schärfe nur für Strahlen wahr, die der Axe unendlich nahe einfallen, und also unendlich kleine Neigungswinkel machen, bey denen (12) statt findet. Sie gelten aber auch noch beynahe für Strahlen, die in sehr kleinen Weiten von der Axe, also unter sehr kleinen Neigungswinkeln einfallen. Je grösser diese Weiten und Winkel werden, desto unrichtiger werden diese Sätze. Ein Parallelstrahl, der in einer bestimmten Weite von der Axe einfällt, wird von einem erhabenen Glase (21) nach einem Puncte der Axe gebrochen, welcher dem Glase näher liegt, als die (22) gefundene Brennweite angiebt, und dieser Unterschied, welchen man die **Abweichung wegen der Gestalt des Glases** nennt, ist desto grösser, je weiter der Strahl von der Axe einfällt. Mit dem Bilde (29) verhält es sich eben so. S. meine analyt. Dioptr. im Lehrbegr. der Opt. 2. B. 2. Th. 1. C. Ordentlich sind die Gläser so schmahl, daß diese Fehler unempfindlich bleiben.

Von

Von den Farben.

44. Erfahr. Die Sonnenstrahlen SF, welche durch die Oeffnung F eines verfinsterten Zimmers (Opt. 25) einfallen, und gerade nach Y auf den Boden gehen wollen, fange man mit einem gläsernen dreyeckichten Prisma ABC auf: das Loch mag etwa $\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser haben, und die Seitenlinien des Prisma (G. 53. S.) machen mit den einfallenden Strahlen rechte Winkel. So zeigt sich hinter dem Prisma ein farbichtes Bild PT; das längst herunter ohngefähr mit zwo parallelen geraden Linien, oben und unten mit Halbkreisen begränzt ist. Man sieht, daß dieses Bild von farbichten Strahlen gemacht wird, die hinter dem Prisma fortgehen und von der Wand aufgefangen werden. Diese Strahlen sind gebrochne von dem Lichte, das auf das Prisma fällt. Die Farben halten allezeit einerley gewisse Ordnung, und man unterscheidet besonders folgende sieben von T nach P zu: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indig, Violet.

45. Zus. Wenn man sich den Sonnenstrahl oder Strahlencylinder, SF als aus einer Menge parallel aneinander liegender Strahlen zusammengesetzt vorstellt, so machen diese alle einerley Winkel mit der Ebene des Prisma BC auf welche sie fallen. Sie werden in dieser Ebene, und zum zweytenmahle in der Ebene AC, wo sie ausgehen, gebrochen. Wäre die Verhältniß der Refraction (9) für jeden dieser Strahlen so groß als für den andern, so würde einer so viel beym Eingange gebrochen als der

andere, des einen gebrochner fiele also auf AC eben so schief auf als der gebrochne des andern, und folglich würden beyde beym Ausgange wieder gleichviel gebrochen. Die Wirkung des Prisma wäre also blos den Strahlencylinder aus der Lage FC in eine andere zu bringen, übrigens aber seine Gestalt ungeändert zu lassen, weil die ausfahrenden Strahlen so gut unter sich parallel seyn müßten als die einfallenden. Da nun das Bild PT viel länger ist als dem Durchmesser des Strahlencylinders gemäß wäre, so müssen die ausfahrenden Strahlen nicht mit einander parallel seyn, folglich nicht alle gleichviel gebrochen werden, ob sie gleich unter einerley Winkel auf FC einfallen.

46. Zus. Dieses muß mit den Farben zusammenhängen. Der Theil des Sonnenlichtes, welcher die Empfindung der rothen Farbe macht, der rothe Strahl, wird durch die Brechung weniger aus seinem Wege gebracht als der Violetstrahl, welcher die Empfindung der Violetfarbe verursacht (44), also kann man sagen, das rothe Licht breche sich bey einerley Art des Einfallens weniger, es sey weniger brechbar als das Violetlicht, und so unterscheiden sich die verschiedenen Farben an den Graden der Brechbarkeit (refrangibilitatis) wenn nähmlich der rothe Strahl beym Eingange in AC weniger gebrochen wird als der Violetstrahl, und wenn sich dieses beym Ausgange eben so verhält, so kann man sich leicht durch eine Zeichnung begreiflich machen, daß beyde Strahlen hinter dem Prisma aus einander fahren müssen.

47. Erf.

47. Erf. Wenn man die Farbenstrahlen, wie sie nach PT zu gehen, mit einem erhabenen Glase auffängt, so stellen sie in ihrem Vereinigungspuncte wieder weißlichtes Sonnenlicht von der Farbe dar wie das einfallende war.

48. Erf. Wenn man einen einzigen Farbenstrahl durch ein anderes Prisma von neuen bricht, so wird er zwar aus seinem Wege gebracht, aber er zeigt keine neue Farbe.

49. Zus. Das Sonnenlicht besteht aus farbichtem Lichte, das kenntlich wird, wenn man es von einander sondert (44. 47.), und die (44) erzählten Farben sind Theile des Sonnenlichtes, die wir als einfach ansehen müssen, weil wir sie nicht weiter zergliedern können (48).

50. Anm. Newton, dem wir diese Entdeckungen zu danken haben, hat in seiner Optik davon ausführlich gehandelt. Hier habe ich nur das leichteste und unentbehrlichste beybringen können. Er setzt die Verhältniß der Refraction für rothes Licht = 77 : 50 für Violetlicht = 78 : 50 für grünes, dessen Brechung ohngefähr das Mittel zwischen der größten und kleinsten hält, = $77\frac{1}{2}$: 50 = 155 : 100 = 31 : 20 welches also von der Verhältniß 3 : 2 (9) nicht sehr unterschieden ist, die man der Bequemlichkeit wegen am liebsten braucht. Wie diese Verhältnisse der Refraction gefunden werden, und wie man überhaupt die Refraction sicherer, und bey mehr Materien mißt als aus (8) begreiflich wird, läßt sich hier nicht lehren.

51. Zus. Wenn die Sache DE 13. F. (38) vermischtes Licht. wie das natürliche ist, auf das Glas sendet, so entstehen von ihr so viel Bilder, so vielerley Farben dieses Licht enthält, und das rothe

und

und Violet-Bild sind am weitesten von einander. Jenes wird weiter hinter dem Glase, dieses näher stehen, die Strahlen nähmlich, die weniger gebrochen werden, machen ein entlegener Bild. Dieses nennt man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben (aberratio ob diuersam refrangibilitatem).

52. Zus. Wären die Strahlen, welche von der Sache DE kommen, alle von einerley Art, daß nur ein einziges Bild entstünde wie 38, so würde dieses Bild kenntlich seyn, wenn man es mit einem Papiere in Fe auffinge: Alsdenn fiele nähmlich auf jeden Punct des Papieres Licht von einem einzigen Puncte des Gegenstandes. Hielte man aber das Papier zwischen Fe und das Glas; und finge das Licht, das erst nach dem Bilde zugehen will, auf; so durchschnitte man die Kegel des gebrochnen Lichtes, dergleichen NMe einer ist, zwischen ihrer Grundfläche und ihrer Spitze; weil kein solcher Durchschnitt ein Punct ist, so wäre das Licht, das von einem Puncte der Sache wie E kömmt, auf dem Papiere nicht in einem Puncte beysammen, sondern es füllte da einen Kreis aus, wenn das Papier mit Fe parallel gehalten wird. Stellt man sich nun einen andern Punct der Sache unweit E vor, dessen Licht das Glas nach einem Puncte des Bildes unweit e brechen wird; so werden diese beyden Kegel des gebrochnen Lichtes, die ihre Spitzen nahe beysammen, und beyde das Glas zur Grundfläche haben, einander nothwendig schneiden; und wenn man also ihr Licht zwischen dem Glase und Fe auffängt, so bekömmt

kömmt man auf einer Stelle des Papiers Licht von beyden Puncten der Sache. Es erhellt, daß dieses von mehrern Puncten der Sache gilt, die nahe bey E liegen. Das Licht von jedem Puncte nähmlich ist auf dem Papiere in einen kleinen Kreis ausgebreitet, und verschiedene solcher Kreise schneiden einander; daher auf die Stellen, die sie mit einander gemein haben, Licht von verschiedenen Puncten fällt. So wird also auf dem Papiere nicht jeder Punct der Sache einzeln, sondern nur Licht empfindlich seyn (Opt. 28), oder es wird eine Undeutlichkeit entstehen, die sich immer vergrössern wird, je weiter man das Papier von Fe entfernt. Eben dieses erfolgt auch, wenn das Papier weiter vom Glase als Fe gehalten wird, und die auseinander fahrenden Strahlen auffängt.

53. Zus. Diese Undeutlichkeit wird nun bey Strahlen von verschiedener Art noch grösser werden. Denn wenn auch das Bild von einer Farbe auf das Papier fällt, und für sich allein deutlich seyn würde, so ist das Papier doch weiter vom Glase oder näher dabey als es seyn müßte, das Bild von den andern Farben aufzufangen (51), daher jedes dieser Bilder eine Undeutlichkeit auf die vorhin (52) beschriebene Art verursacht.

54. Anm. Diese Undeutlichkeit kömmt auf die Brennweite und auf die Breite oder Oeffnung des Glases an; und in Vergleichung mit ihr ist die Abweichung wegen der Gestalt (43) geringe.

Das

Das Auge.

55. Der Bau des Auges braucht hier nur so weit beschrieben zu werden als nöthig ist, aus den bisher vorgetragenen Lehren zu begreifen, wie es mit dem Sehen zugehen mag. Und auch diese Beschreibung kann hier gar nicht vollständig seyn.

56. Der **Augapfel** (bulbus oculi) besteht aus festen Theilen, die **Häute** (tunicae) und aus flüßigen, die **Feuchtigkeiten** (humores) heissen. Drey Häute machen das Gehäuse des Augapfels aus. Die äuserste, welche den ganzen Augapfel von aussen umgiebt, heißt die **harte** (sclerotica); ihr vorderer Theil von seiner Durchsichtigkeit die **Hornhaut** (cornea). An der innern Fläche der harten Haut liegt unmittelbar die **aderichte** (choroidea) und an ihr zu innerst im Auge das **Netzhäutchen** (retina). Das Weisse im Auge wird von der **flechsichten** oder weissen Haut (tendinea s. albuginea), ausgemacht, auf welcher die **gemeinschaftliche Haut** des Auges (adnata s. coniunctiua) liegt.

57. Die **wässerichte** Feuchtigkeit befindet sich gleich hinter der Hornhaut; hinter ihr liegt die **crystallene** und hinter dieser die **glasartige**. Die beyden letztern sind in eigene Häutchen als in Behältnisse eingeschlossen.

58. Die Hornhaut ist etwas erhabener als die fortgesetzte runde Fläche der harten Haut seyn würde; ohngefähr als wenn die harte Haut ein Stück einer Kugelfläche ausmachte, an welches vorn ein

Stück

Stück einer Kugelfläche von einem kleinen Durchmesser angesetzt wäre.

59. Die Aderhaut ist schwärzlich und hänget an der harten Haut vermittelst einer Menge kleiner Adern, vom Hintertheile des Auges an, bis an die gemeinschaftliche Gränze der Hornhaut und der harten; da verläßt sie den Umfang des Augapfels und macht eine durchsichtige Scheidewand, welche die Abschnitte der kleinen und der grossen Kugel (55) von einander sondert. Dieses Stück heißt die **Traubenhaut** (vuea) oder auch der **Regenbogen** (iris) die Oeffnung in ihm der **Stern** (pupilla).

60. Im Hintertheile des Auges seitwärts, nicht gerade hinter dem Sterne, aber senkrecht auf die Fläche des Augapfels, tritt der **Gesichtsnerve** (nervus opticus) hinein. Von ihm breitet sich die Netzhaut bis fast vor an die krystallene Feuchtigkeit aus.

61. Der Krystall ist auf beyden Seiten erhaben; wenn man ihn aus dem Auge herausnimmt, so macht er ein Bild wie ein erhabenes Glas (38), welches sehr nahe hinter ihm liegt. Man kann also schliessen, er werde eben dergleichen Bild im Auge machen, und die Erfahrung rechtfertiget diesen Schluß; denn wenn man am Hintertheile eines Auges die harte Haut geschickt ablöset, daß man hineinsehen kann, so zeigt sich dergleichen Bild auf dem Boden des Auges (Cartes. Dioptr. c. 5.); Dieses Bild ist weiter von der Krystallenlinse entfernt als das vorige, weil der Krystall im Auge die Strahlen

len von der wässerichten Feuchtigkeit empfängt, und in die glasartige sendet. Die Dichte dieser Materien ist von des Krystalls Dichte nicht so weit unterschieden als die Dichte der Luft, daher werden die Strahlen, die aus der wässerichten Feuchtigkeit in den Krystall, und aus ihm in die glasartige Feuchtigkeit fahren, nicht so stark gebrochen, als die, welche aus Luft in den Krystall und aus ihm in Luft fahren (15), und machen also ein entlegener Bild (51).

62. In der vorhergehenden anatomischen Beschreibung habe ich Winslows Anat. IIII. B. 202. u. f. gefolgt. Man s. besonders Herrn Prof. Zinns Descript. anatom. oculi humani. Abmessungen von den Theilen des Auges gibt Jurin vom deutlichen Sehen; 44. §. bey meiner Ausg. von Smiths Lehrbegr. der Opt.

63. Wir sehen also, indem sich die Sachen auf dem Boden des Auges abmahlen. In den Streit, ob die Netzhaut oder die aderichte das Werkzeug der Empfindung sey, kann ich mich hier nicht einlassen. S. den Lehrbegr. d. Opt. 25. u. f. Anm. über das I. B.

64. Man kann also das Auge mit einem verfinsterten Zimmer (Opt. 25.) und seinen Boden mit desselben Wand vergleichen. Aber so weit muß man die Vergleichung nicht treiben, daß die Seele der Zuschauer seyn sollte. Denn sie sieht das Bild im Auge ihres Körpers nicht wieder mit andern Augen an, wie der Zuschauer thut. Wir können also nur

so viel

so viel sagen, daß dieses Bild und ihre Empfindung mit einander nach Gesetzen übereinstimmen, deren Ursachen uns so lange unbekannt bleiben, so lange wir nicht wissen,

— — Wie Wesen fremder Art
Der Seele Werkzeug sind.

v. Haller.

65. Aus dieser Ursache finde ich keine Schwürigkeit darinne, daß wir die Sache aufgerichtet sehen, obgleich ihr Bild von Allen verkehrt angenommen wird. S. Hamburg. Magaz. 8. B. 4. St. 8. Art. und 9. B. 1. St. 4. Art. Daß wir aber mit zwey Augen nur eine Sache sehen, rührt ohne Zweifel daher, weil zwar jedes Auge eine Empfindung veranlasset, aber beyde Empfindungen einander völlig ähnlich sind, und die Sache an einem Orte vorstellen; denn sobald wir die Augen dergestalt verdrehen, daß das letzte nicht mehr statt findet, sobald sehen wir die Sachen doppelt; Lehrb. d. Opt. 1. B. 137. §. In der That ist auch die doppelte Empfindung durch zwey Augen von der einfachen durch ein Auge an Lebhaftigkeit unterschieden. Lehrb. der Opt. 196. Anm. über des 1. B. und Anm. über den 187. . . 190. Abs. das III. B. Man s. hiebey Porterfields Abh. von den Bewegungen der Augen. Edinb. Vers. III. Th. 12. Art.

66. Der Krystall im Auge hat wie das erhabene Glas im finstern Zimmer (Opt. 29.) den Nutzen, vieles Licht, das von den Sachen auffällt, in den engen Raum eines Bildes zu sammlen (42), und

dadurch ein helles und lebhaftes Bild zu machen. Ein Bild überhaupt, das nur mätter und vielleicht nicht so deutlich wäre, könnte ohne beyde entstehen. So verhält es sich mit Augen, welche den Krystall durch Staarstechen verlohren haben. Boerhaaue; de morb. ocul. p. 144; 148. ed. Paris. 1748. und mit dem Exempel beym Thümmig Erl. merkw. Begebenh. XV. Art.

67. Die bisher beschriebenen Gesetze des Sehens, hat Kepler in paralipomenis ad Vitellionem p. 205. zuerst entdeckt.

68. Wir sehen deutlich oder undeutlich, nachdem das Bild auf dem Boden des Auges, in dem Verstande wie beym Glase (52) deutlich oder undeutlich ist. In dem ersten Falle nähmlich, wird eine gegebene Stelle auf dem Boden des Auges nur von Lichte, das von einem einzigen Puncte der Sache herkömmt, gerührt, in dem andern Falle, kömmt auf diese Stelle Licht von verschiedenen Puncten der Sache. Wenn es also die Veranlassung zu einer Empfindung der Seele ist, daß eine gewisse Stelle auf dem Boden des Auges von Lichte gerühret wird; so wird diese Empfindung die klare Empfindung eines einzigen Punctes im ersten Falle; und die undeutliche Empfindung des Lichtes von vielen Puncten zugleich, im zweyten seyn. Die Empfindung der ganzen Sache ist aus diesen einzelnen Empfindungen als aus Theilen zusammengesetzt.

69. Wenn

69. Wenn man also eine nahe Sache deutlich sieht, so muß das Bild weiter hinter dem Krystalle liegen, als das Bild einer entfernten Sache läge, die man auch deutlich sähe; wofern Krystall und alles übrige im Auge ungeändert bliebe (31).

70. Nun lehret uns die Erfahrung, daß wir in kurzer Zeit nach einander, nahe und entlegene Sachen deutlich sehen können. Folglich muß sich unser Auge zu beyden Absichten so ändern können, daß das Bild einmahl wie das andere deutlich auf den Boden des Auges fällt. Man kann sich zweyerley Arten vorstellen, wie es mit dieser Veränderung zugehen könnte. Bleibt die Gestalt des Krystalls, wie die Dichtigkeit der Feuchtigkeiten ungeändert; so muß er nahe bey dem Boden des Auges seyn, wenn das Auge eine entlegene Sache deutlich siehet, und weiter davon, wenn es eine nahe Sache deutlich siehet. So müßte also das Auge seine Gestalt ändern und sich verlängern, wenn es nach einer entlegenen Sache eine nahe betrachten wollte. Mit dieser Aenderung wäre zugleich eine Aenderung wenigstens der vordern Fläche der Hornhaut und der wässerichten Feuchtigkeit verbunden, welches auch die Brechungen ändern müßte. Aber die Gestalt des Auges könnte auch ungeändert bleiben und der Krystall für die entlegene Sache erhabener, für die nahe flächer werden (32). Welche von beyden Aenderungen geschieht, oder ob von jeder etwas geschieht, die ganze nöthige Aenderung hervorzubringen, läßt sich meines Wissens aus unserer bisherigen Kennt-

niß nicht ausmachen, doch sehe man den Lehrbegr. d. Opt. 5. Anm. über das I. B. Vielleicht könnte man noch andere Arten, obgleich mit geringer Wahrscheinlichkeit, erdenken; z. E. Veränderungen in der Dichte der Flüßigkeiten.

71. Der Stern im Auge zieht sich bey starken Lichte zusammen, und öffnet sich bey schwachen. Wie dieses zugehe, ist auch noch nicht völlig ausgemacht. Weitbrecht hat eine Hypothese solches zu erklären angegeben; Comm. Ac. Sc. Petrop. T. XIII. p. 349.

72. Die Erfahrung bestimmt eine gewisse Gränze, wie weit Sachen zum wenigsten von uns seyn müssen, wenn wir sie recht deutlich sehen wollen. Huygens Dioptr. Pr. 59. setzt sie auf 8 rheinl. Zolle. Man nimmt überhaupt 8 Zolle an, weil es nicht möglich ist, bey der Verschiedenheit der Augen ein bestimmteres Maaß anzugeben. Sachen, die dem Auge sehr viel näher gerückt werden, erscheinen dem Auge immer undeutlicher und undeutlicher, und werden ganz und gar undeutlich, wenn man sie dem Auge ganz nahe bringen wollte.

73. Da ihr Sehewinkel aber immer zunimmt (Opt. 34), so muß man die scheinbare Grösse von der Deutlichkeit unterscheiden. Eine Sache kann dem Auge groß aussehen, d. i. unter einem grossen Winkel einfallen, und doch der Undeutlichkeit wegen unerkenntlich seyn.

74. In der angeführten Stelle der Optik ward das Auge als ein Punct betrachtet. Hier kann

man

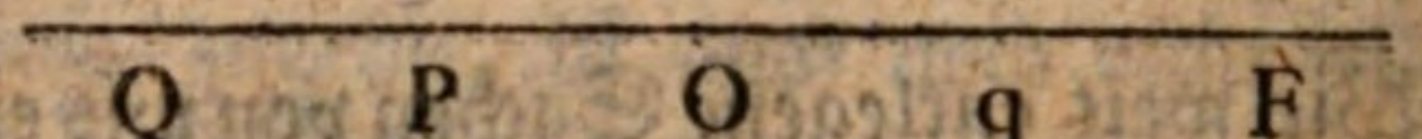
man für diesen Punct, den Mittelpunct des Sternes im Auge, oder vielleicht richtiger den Mittelpunct des Krystalls nehmen, wenn man den Krystall mit dem Glase (35) vergleicht. Aus eben dieser Vergleichung folgt vermöge (40) daß das Bild klein oder groß ist, nachdem der Sehewinkel klein oder groß ist.

75. Wie weit entlegene Sachen von uns entfernt seyn müssen, wenn sie uns undeutlich erscheinen sollen, läßt sich nicht einmahl so ohngefähr bestimmen, wie es mit nahen Sachen (72) geschehen ist. So viel weiß man nur, daß entlegene Sachen uns undeutlich und unerkenntlich werden, auch wenn ihr Sehewinkel noch groß genug wäre (Opt. 38).

76. Daß Sachen, deren Sehewinkel allzuklein wird, uns verschwinden, rühret vermuthlich daher, weil ihr Bildchen in dem Auge zu klein wird, weil es eine zu kleine Stelle im Auge rührt, als daß die Empfindung, die dadurch veranlaßt wird, merklich seyn könnte. Dieses bestätiget sich dadurch, weil Sachen, die unter einen sehr kleinen Winkel einfallen, doch von uns noch empfunden werden, wenn sie sehr stark leuchten, und daher die kleine Stelle im Auge lebhaft rühren, z. E. Lichtflammen bey Nacht; Fixsterne.

Fehler der Augen; und wie man ihnen durch einfache Gläser hilft.

77. Ein Auge heißt **kurzsichtig** (myops) wenn es nur nahe Sachen deutlich siehet. Man kann sich die Ursache dieses Fehlers folgendermassen vorstellen:



Q sey ein Punct in der Axe des Auges; in der Linie, welche die Axe des Krystalls wie in (17) vorstellen möchte, und durch des Sterns im Auge Mittelpunct geht; Diese Axe selbst sey QOqF und sie schneide das Auge vorn an der Hornhaut in O; hinten am Boden in F, daß OF das Stück ist, das im Auge liegt, und so zu reden die Länge des Auges ausmacht. Wenn nun das Bild einer nahen Sache P auf des Auges Boden in F fällt, so wird das Bild einer entlegenen Q in eben demselben völlig ungeänderten Auge zwischen O und F, z. E. in q fallen (33), folglich die Empfindung undeutlich seyn (68). Das Auge kann nähmlich nicht die gehörige Veränderung (70) vornehmen, damit beyde Bilder sowohl von P als von F auf seinen Boden fielen.

78. Soll es also die Sache Q, die ich weit entlegen setze, deutlich sehen; so muß es von ihr die Strahlen so bekommen, als kämen sie von der nahen Sache P her. Dieses kann bewerkstelliget werden, wenn gleich vor das Auge ein Hohlglas gehalten wird. Die Strahlen, welche auf dieses Hohl-

glas aus dem entlegenen Q mit der Axe fast parallel einfallen, werden in ihm so gebrochen werden, als kämen sie aus seinem Zerstreuungspuncte her (27. 28). Ist also OP die Weite dieses Zerstreuungspunctes vom Glase, oder fällt er gleich in P, so wird das Auge vermittelst des Glases die Strahlen so bekommen, als kämen sie von P her. Da nun Strahlen, die von P kämen, in ihm ein deutliches Bild in F machen würden, so müssen Strahlen, die von Q kommen, vermittelst des Glases eben das thun. Wenn bey Q eine ganze Sache steht, von welcher nur der Punct Q in der Axe ist, und die andern Puncte auf beyden Seiten der Axe liegen, so erhellt aus (39) daß diese ganze Sache auf eben die Art deutlich gesehen wird.

79. Weil von verschiedenen Augen eines kurzsichtiger ist, als das andere, so muß jedes die größte Weite OP auf welche eine Sache, die es noch deutlich sehen soll, von ihm entfernt werden mag, messen, und ein Hohlglas, dessen Zerstreuungspunct eben diese Weite hat, wählen. Wählte es sich ein Hohlglas, das den Zerstreuungspunct näher bey sich hätte, das mehr vertieft wäre, so würde es sich dadurch gewöhnen durch Strahlen deutlich zu sehen, die von nähern Puncten herkämen als die Weite OP beträgt, d. i. es würde sich kurzsichtiger machen.

80. In diesen Schlüssen ist Q unendlich entfernt angenommen; und sie bleiben noch ohne merklichen Fehler richtig, wenn Q nur ziemlich weit, z. E. auch nur 10; 20; u. s. f. Fuß entfernt ist, weil schon

alsdenn die Weite OQ in Vergleichung mit OP ziemlich groß seyn wird.

81. Man sucht hiebey nur die Deutlichkeit. Uebrigens sehen die Sachen durch ein solches Hohlglas kleiner aus; oder ihr Sehewinkel wird vermindert, man wählt (79) das welches am wenigsten verkleinert.

82. Ein Auge heißt **weitsichtig** (presbyta) wenn es nur entlegene Sachen deutlich sieht; die Linie und die Buchstaben bedeuten wieder eben das Vorige, so wird bey diesem

P Q O F q

Auge das Bild der entlegenen Sache P auf seinen Boden in F; und folglich, wenn sich nichts im Auge ändert, das Bild der nahen Sache Q hinter den Boden, in q fallen.

83. Das Bild von Q auf den Boden zu bringen, halte dieses Auge ein erhabenes Glas gleich an sich, dessen Brennweite OQ ist (21), dieses wird die Strahlen, die aus Q auffallen, so brechen, daß sie auf das Auge mit der Axe parallel (33) also dergestalt kommen, als kämen sie von dem weit entlegenen Puncte P her; folglich wird das Auge Q vermittelst des Glases eben so empfinden, wie es P ohne Glas empfände.

83. Sieht das Auge wirklich sehr weit entlegene Sachen, oder solche, die ihm Parallelstrahlen zuschicken, deutlich, so kann es jedes erhobene Glas gebrauchen, denn es darf sich nur von der Sache

Q so weit entfernen, als die Brennweite seines Glases beträgt. Mit dem Kurzsichtigen verhielt es sich anders (79). Diese Gleichgültigkeit fände statt, wenn der Weitsichtige die Strahlen allemahl parallel bekommen wollte. Weil aber ein Weitsichtiger doch allezeit Sachen in einer gewissen endlichen, obgleich vielleicht etwas grossen Entfernung vor sich deutlich sieht, so sey OP die geringste dieser Entfernungen, so daß eine Sache in P dem Auge in O schon etwas undeutlich aussieht, und immer undeutlicher wird, je näher sie kömmt. Nun will dieses Auge doch eine nähere Sache Q deutlich sehen. Ich sage, es müsse zu dieser Absicht ein Glas wählen, das ans Auge gehalten die Strahlen, die aus Q auffallen, so bricht, als kämen sie aus P. Wählte es ein Glas, daß diese Strahlen so bräche, als kämen sie von einem Puncte, der entlegener ist als P, so würde es sich dadurch gewöhnen durch Strahlen deutlich zu sehen, die noch von entlegenern Puncten, als die Weite OP beträgt, herkämen; d. i. es würde seinen Fehler der Weitsichtigkeit immer vergrössern.

84. Wie man die Brennweite dieses Glases, das sich für dergleichen Auge am besten schickt, finden soll, habe ich im Lehrb. d. Opt. 43. Anm. über das 1. B. gewiesen. Die Regel, welche daraus folgt, ist diese: Ein Weitsichtiger muß von Gläsern von verschiedener Brennweite, durch die er eine nahe Sache (mit gehöriger Veränderung der Entfernungen, die ihn die Erfahrung bald lehren wird) gleich deutlich siehet, dasjenige wählen, das die längste

Brennweite hat, d. i. das am wenigsten erhaben ist, oder am wenigsten vergrössert. Denn die Absicht geht hier wieder nicht auf die Vergrösserung, sondern auf die Deutlichkeit.

85. Ein dritter Fehler des Auges wäre wenigstens nicht unmöglich, vermöge dessen es nur durch Strahlen deutlich sähe, die nach Puncten hinter ihm zusammen gingen. Da aber bisher keine Exempel davon bekannt sind, so halte ich mich dabey nicht auf. S. Lehrbegr. der Opt. 43. Anm. über das 1. B.

Die Fernröhre.

86. Bey sehr entlegenen Sachen sucht man nicht nur sie deutlich zu sehen, sondern auch den Sehewinkel zu vergrössern, damit sie nicht ganz oder zum Theile von ihnen wegen dessen Kleinigkeit unempfindlich werden. Werkzeuge, die dieses verrichten, heissen Fernröhre. Ich kann so viel hier davon sagen als zu ihrem gemeinsten Gebrauche nöthig ist, aber Beweise davon zu geben, wäre zu weitläuftig.

87. Das galiläische oder holländische Fernrohr 15. F. bestehet aus einem erhabenen Vorderglase (Objective) A und hohlen Augenglase (Oculare) B. Eine entlegene Sache PQR würde im Brennpuncte des Vorderglases ihr Bild pqr machen, wenn dieses Glas allein vorhanden wäre. Die Strahlen aber, welche nach diesem Bilde zugehen, werden vom Augenglase aufgefangen. Dasselbe steht so, daß

sein

sein Zerstreuungspunct in die Stelle des Bildes q fällt, oder seine Brennweite Bq wie Aq die Brennweite des Augenglases ist. So bricht es die Strahlen, die nach q zu wollten der Axe parallel; die Strahlen, die von einem andern Puncte des Gegenstandes, z. E. P nach dem zugehörigen Puncte des Bildes p wollten, werden ebenfalls im Hohlglase so gebrochen, daß sie unter sich parallel gehen (wie 37). Ein Auge also, das hinter das Hohlglas gehalten wird, bekömmt von jedem Puncte der Sache Strahlen, die unter sich parallel sind. Sieht es also gut in die Ferne, d. i. sieht es jeden Punct deutlich, von dem es Parallelstrahlen bekömmt, so wird es auch durch dieses Werkzeug deutlich sehen. In so weit hilft ihm also das Werkzeug nichts, denn es würde die Sache auch blos, deutlich sehen. Aber diese Verbindung der Gläser vergrössert den Sehewinkel. Die Sache erscheint nähmlich dadurch dem Auge unter einem Winkel, der sovielmahl grösser ist als derjenige, unter welchem sie ohne Gläser erscheinen würde, so vielmahl die Brennweite des Augenglases in der Brennweite des Vorderglases oder Bq in Aq enthalten ist. Einen Begriff von dieser Sache zu geben, so stelle man sich den Strahl PA vor, der durch des Vorderglases Mittelpunct gehet. In ihm wird das Bild des Punctes P seyn, das vom Vorderglase gemacht wird (35). Das Augenglas aber fängt ihn in G auf und bricht ihn in die Richtung Gγ, deren Verlängerung rückwärts GOH ist; daß er mit der Axe den Winkel AOH macht. Ein Auge

nun,

nun, das den Punct P vermittelst dieses Strahles Gγ empfindet, wird den Theil QP der Sache unter dem Winkel AOH sehen; ohne Gläser aber sähe es diesen Theil unter dem Winkel PAQ; weil die Sache nähmlich ungemein entfernt ist, so ist es gleich viel, ob das Auge sie aus der Stelle A, oder aus einer Stelle, die hinter den Gläsern liegt, ansähe. Nun kann man zeigen, daß sich die Winkel PAQ; AOH; wie Bq : Aq verhalten. Man berechnet also die Vergrösserung so, daß man des Vorderglases Brennweite mit der Brennweite des Augenglases dividirt; der Quotient gibt die Vergrösserung. Endlich erscheinet die Sache aufgerichtet; denn man sieht den Punct P vermittelst des Strahles HO und also nach einer Richtung, die nach eben der Seite der Axe zugehet, nach welcher man den Punct P ohne Gläser sähe.

88. Dieses Fernrohr ist im Anfange des vorigen Jahrhunderts von ohngefähr in Holland erfunden worden. Galiläus aber hat durch eigenes Nachdenken, ohne es gesehen zu haben, herausgebracht, wie es beschaffen seyn müsse, die Wirkungen zu thun, die er von ihm gehört hatte (Nunc. sider. p. 9. ed. Francof. 1610.). Die ersten teleskopischen Entdeckungen am Himmel sind dadurch gemacht worden. Sein Gebrauch ist aber unangenehm, weil man wenig auf einmahl dadurch übersehen kann, und das Auge zu dieser Absicht noch ganz an das Augenglas halten muß. Man gebraucht es daher jetzt nur auf der Erde zu den gemeinen Perspectiven.

89. Das

89. Das Sternrohr (Tubus astronomicus) 16. F. hat zwey erhabene Gläser; das Vorderglas von einer langen Brennweite Aq; das Augenglas von einer kürzern Bq werden so zusammengefügt, daß ihre Brennpuncte in q auf einander zwischen beyde Gläser fallen, und also ihre Entfernung AB, die Summe der Brennweiten ist. Der Punct P wird sich in p abbilden, und das Augenglas, dessen Mittelpunct B ist, wird die Strahlen, die es von p empfängt, mit pB (36) parallel brechen (37). Bekömmt also das Auge hinter dem Augenglase einen dieser Strahlen GV; so sieht es P nach der Richtung VG, die verlängert unter die Axe geht, wenn P darüber liegt. Die Sache erscheinet ihm also verkehrt; Uebrigens wenn es in die Ferne gut sieht, deutlich, und sovielmahl vergrössert, sovielmahl des Augenglases Brennweite in des Vorderglases Brennweite, oder Bq in Aq enthalten ist.

90. Das Erdrohr. Man bringe hinter die beyden

A B C D

Gläser der 16. F. noch ein paar erhabene C; D, die mit B einerley Brennweiten haben mögen, und so stehen, daß ihre Entfernung CD die Summe ihrer Brennweiten ist. Diese Zusammenfügung stellt ein doppeltes Sternrohr vor; Nähmlich von dem Bilde der 16. F. das zwischen den Gläsern A und B gemacht wurde, kommen vermittelst des Glases B; die Strahlen dergestalt auf das Glas C, wie sie

auf

auf dieses Glas unmittelbar von einem weit entlegenen Gegenstande kommen würden. Ein Auge also, das hinter das Glas D gehalten wird, sieht dieses Bild durch die Gläser C; D; so wie es einen unendlich entlegenen Gegenstand durch diese Gläser sehen würde. Es sieht also dieses Bild verkehrt (89), d. i. die Sache, in deren Absicht das Bild verkehrt war, aufgerichtet. Uebrigens sieht es das Bild nicht grösser, als es solches ohne die Gläser C; D; sehen würde, wenn beyder Brennweiten einerley sind. Ihr Endzweck ist nähmlich, nur die Erscheinung der Sache aufgerichtet darzustellen, die Vergrösserung sucht man durch die beyden vordersten Gläser A; B; Man kann aber auch C, D, von ungleichen Brennweiten nehmen, und also einige Vergrösserung auch durch sie erhalten.

91. Die Regeln der Vergrösserungen sind für Augen, die gut in die Ferne sehen, gegeben. Kurzsichtige müssen bey allen diesen Werkzeugen, das Augenglas näher zum Vorderglase bringen, um die Sache dadurch deutlich zu sehen. Wie weit jeder solches für sein Auge thun muß, lehrt ihn die Erfahrung. Es bekömmt also auch jeder nach dem Grade seiner Kurzsichtigkeit eine andere Vergrösserung.

92. Wenn die Gläser viel Licht auffangen sollen, so müssen sie breit werden, und alsdenn verursachen sie beträchtliche Abweichungen wegen ihrer Gestalt, und noch mehr wegen der Farben (51). Man hat gefunden, daß besonders die letztere Abweichung vermindert

mindert wird, wenn man an statt eines Glases von einer kurzen Brennweite, zwey, jedes von einer etwas längern Brennweite, gebraucht, die zusammen die Strahlen eben so brechen, wie jenes allein gethan hätte, und doch weniger Undeutlichkeit wegen der Farben verursachen. So hat Hugen. Dioptr. Pr. 51. ein Sternrohr mit zwey Augengläsern angegeben, dadurch man mehr mit grösserer Deutlichkeit übersehen kann als durch eines, das mit einem Augenglase eben so viel vergrössern sollte. Herr Euler hat die Theorie solcher Fernröhre mit drey Gläsern sehr ausführlich untersucht, Mem. de l' Ac. de Pr. 1757. p. 323. Man macht jetzo auch in ähnlicher Absicht und zum Gebrauche auf der Erde Fernröhre mit 5 Augengläsern, dergleichen der hiesige optische Künstler Herr Baumann in grosser Vollkommenheit verfertigt.

93. Die Weite der Bilder von verschiedenen Farben von einander (53), ist bey jedem Glase durch seine Brennweite bestimmt. Man kann also in (89) nie ein Augenglas so hinter das Vorderglas stellen, daß jedes Bild, das vom Vorderglase gemacht wird, in des Augenglases Brennpuncte, der ihm zugehört, stünde: befindet sich das rothe Bild in dem Brennpuncte der rothen Strahlen, d. i. steht es so weit von dem Augenglase, daß das Augenglas die Strahlen, die es von diesem Bilde bekömmt, parallel bricht (33), so kann das blaue Bild nicht in des Augenglases Brennpuncte der blauen Strahlen stehen. Denn das blaue Bild liegt näher beym Vorderglase

se

se als das rothe Bild, und des Augenglases blauer Brennpunct näher beym Augenglase als der rothe (51). Solchergestalt kann das Augenglas nie alle Strahlen, die es von einem Puncte des Gegenstandes vermittelst des Vorderglases bekömmt, parallel brechen, oder dergestalt in das Auge bringen, daß das Auge durch sie diesen Punct vollkommen deutlich sähe. Vielmehr muß das Auge allezeit wegen dieser Farbenstrahlen, die von den Gläsern von einander gesondert, und ihm auf verschiedene Art zugeschickt werden, die Sachen gefärbt sehen. Nur auf die Erfahrung kömmt es an, wie groß diese nothwendige Undeutlichkeit werden darf, daß sie doch unschädlich bleibt. Diese hat also gelehrt, was für ein Augenglas man zu einem gegebenen Vorderglase nehmen darf, wenn man die Sache dadurch deutlich genug sehen will; das heißt, wie groß die Brennweite des Augenglases seyn muß, wenn in Vergleichung mit ihr der Abstand der verschiedenen Farbenbilder von einander nicht so gar viel zu bedeuten hat, und keine allzugrosse Undeutlichkeit verursacht. Nähme man nun zu diesem Vorderglase ein Augenglas von kürzerer Brennweite; so würde in Vergleichung mit derselben, der vorige Abstand der Farbenbilder von einander beträchtlicher seyn, und also die Undeutlichkeit grösser werden, die also dergestalt wachsen könnte, daß bey einem sehr kurzen Augenglase, die Sache gar unerkenntlich werden dürfte.

94. Dieses macht begreiflich, warum man nicht zu jedem Vorderglase jedes Augenglas nehmen, und

also mit einem gegebenen Vorderglase soviel Vergrösserung man will (89) erhalten kann.

95. Zugleich rühret aber auch die Undeutlichkeit, welche das Sternrohr verursacht, von der Breite des Vorderglases her. Da man nun, dem Glase durch Schleifen seine gehörige Gestalt zu geben, Stücken Glas von einer gewissen Breite nehmen muß, so pflegt man den Vordergläsern Bedeckungen zu geben, die in der Mitte nur eine Oeffnung von der Weite haben, welche, den Gegenstand deutlich und hell genug zu sehen, erfodert wird. Huygens hat gelehret, die Durchmesser dieser Oeffnungen, imgleichen die Verhältnisse der Vordergläser zu den Augengläsern nach gewissen Erfahrungen zu bestimmen. Dioptr. Pr. 56. S. den Lehrbegr. der Opt. 2. B. 2. Th. 3. C. 8. S. den Augengläsern werden ihre gehörigen Oeffnungen durch Blendungen in den Röhren gegeben.

96. Nahe Gegenstände durch ein Fernrohr deutlich zu sehen, muß man die Gläser weiter von einander entfernen, als vorhin nöthig war.

97. Wenn man statt der Vordergläser Hohlspiegel gebraucht, die in ihren Brennpuncten eben solche Bilder entlegener Sachen machen, wie die erhabenen Gläser in den ihrigen, so kann man kürzere Augengläser mit ihnen verbinden, als bey den Vordergläsern verstattet war. Denn dergleichen Spiegel macht nur ein Bild, weil die Farben durch die Reflexion nicht von einander gesondert werden,

und also hier keine andere Unrichtigkeit vorkömmt, als die, daß der Spiegel wegen seiner Kugelgestalt nicht alle Strahlen genau in einen Punct sammlet (Kat. 45). Hierauf gründen sich die Spiegeltelescope, die solchergestalt bey einer geringen Länge eben so starke Vergrösserungen verursachen als längere dioptrische.

98. Das newtonische besteht aus einem Hohlspiegel A 17. F. der einer entlegenen Sache PQ Bild pq in seinem Brennpuncte machen würde. Die Strahlen aber, welche er dahin zurücksendet, werden unterwegens von einem ebenen Spiegel BC aufgefangen, der mit der Axe einen Winkel von 45 Gr. macht, und geben ein neues Bild πz, das sich in des Augenglases D Brennpuncte befinden muß. Newt. Opt. L. I. P. 1. pr. 8.

99. Das gregorische 18. F. hat einen Hohlspiegel BB der in der Mitte CC durchlöchert ist. Er macht einer entlegenen Sache Bild in seinem Brennpuncte, und ein kleinerer Hohlspiegel FF, in dessen Brennpuncte dieses Bild sich gleichfalls befindet, schickt die Strahlen, die davon auf ihn fallen, parallel durch die Oeffnung des grossen Spiegels auf ein erhabenes Glas N das sie noch einem andern S zusendet, hinter welchem sich das Auge befindet. Durch dieses Werkzeug sieht man die Sachen aufgerichtet, durch das newtonische verkehrt. Wenn der kleine Spiegel FF ein erhabener ist, so verwandelt sich dieses Teleskop in das cassegränische. Construction d'un Telesc. par reflexion und Hertels

Uebers.

Ueberſ. dieſer Schrift: Richtige Anweiſung reflecti-rende Teleſcopia zu verfertigen.

Wenn man das Vorderglas aus zweyerley Materien zuſammenſetzen könnte, da von der zweyten die Farbenſtrahlen wieder vereiniget würden, welche die erſte von einander ſondert (93), ſo lieſſe ſich ſtatt des groſſen Hohlſpiegels der Spiegelteleſkope ein ſolches doppeltes Glas gebrauchen, und ſo hätte man Fernröhre ohne Spiegel die, wie Spiegelteleſkope, kurz ſeyn, und doch ſtark vergröſſern könnten. Herr Euler hat zu dieſer Abſicht Glas und Waſſer zu vereinigen vorgeſchlagen Mem. de l'Ac. de Pr. 1747. p. 274. wozu ihn vielleicht die Verbindung der verſchiedenen Materien in unſerm Auge (57) veranlaßt hat, da ohne Zweifel die Farbenſtrahlen durch alle wieder vereinigt werden, die von einzelnen auseinander geſondert würden. Es ſind indeſſen über die Geſetze der Brechung, die hiebey müſſen beobachtet werden, verſchiedene Streitigkeiten entſtanden, von den der Raum und meine Abſicht, hier nur den Erfolg anzuführen verſtattet, daß ein engliſcher mathematikverſtändiger Künſtler Dollond, Fernröhre, die das Erwähnte leiſten, zuſammengeſetzt, wo das Vorderglas aus zweyerley Gattungen Glas beſteht. Dieſe Erfindung iſt vermuthlich einer noch gröſſern Vollkommenheit fähig, als ſie jetzt bey ihrem Anfange hat. Herr Klingenſtierna hat ſich zu Stockholm beym Durchgange der Venus durch die Sonne 1761. (Aſtr. 193) eines Dollondiſchen Fernrohres, von 10. F. bedie-

net, dessen Wirkung in den Abh. der Kön. Schwed. Akad. der Wiss. 1761. Apr. May Jun. 1. Abhandl. der Wirkung eines gewöhnlichen von 50. F. das also fünfmahl länger wäre, gleichgeschätzt wird. Von einem mittelmäßig guten Spiegelteleskope, erwartet man, daß es die Stelle eines zwölfmahl längern gemeinen Fernrohres vertreten, und ein newtonisches, von $5\frac{1}{4}$ F. das Hadley verfertigt, ist durch Versuche, an Vergrösserung und Deutlichkeit, einen von 123 F. da Huygens selbst das Objectivglas verfertiget hatte, das also 23 mahl länger war, gleichgeschätzt worden. Phil. Trans. n. 378. Lehrbegr. der Opt. 445. S.

Bey diesem Spiegelteleskope ist eben das wahrgenommen worden, was man, so viel ich weiß, bey allen wahrnimmt, daß sie die Sachen nicht so helle darstellen, wie dioptrische Fernröhre, die gleichviel und gleich deutlich vergrössern. Eine noch beträchtlichere Unbequemlichkeit bey ihnen ist, daß die Spiegel sehr leicht von Feuchtigkeit und Unreinigkeiten der Luft, verderben, ohne daß man sie wieder zur vorigen Vollkommenheit bringen könnte.

Herr Klingenstierna hat diese neue Verbesserung der Fernröhre, durch Objective aus verschiedenen Materien in einer Schrift untersucht, die den auf diese Untersuchung gesetzten Preiß bey der Kais. Petersb. Akad. der Wiss. erhalten hat. Herr Zeiher damahliger Prof. der Mech. bey dieser Akad. jetziger Prof. zu Wittenberg, hat dazu dienliche Gläser in Rußland entdeckt, und ihre Mischung und Beschaf-

fen-

fenheit in einer öffentlichen Versammlung der Akad. bey der sich J. K. M. Catharina II. befunden, d. 2. Jun. 1763. angegeben. Seine Vorlesung ist zu Petersburg deutsch und lateinisch herausgekommen: Abhandlung von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft die Farben zu zerstreuen besitzen.

100. Das **Polemoskop**, der Operngucker 19. F. besteht aus einem erhabenen Objective A, das die Strahlen, welche es von einer entlegenen Sache bekömmt, einem ebenen Spiegel B zusendet, der gegen die Axe des Objectivs in 45 Gr. geneigt ist; und diese Strahlen dem Augenglase C wieder zuschickt. Heuel. Selenograph. proleg. p. 24. Lehrbegr. der Opt. 3. B. 12. C.

101. Man hat auch ein **doppeltes** Fernrohr angegeben, dadurch zugleich mit zwey Augen zu sehen P. Cherubin de la vision parfaite; und Lehrbegr. der Opt. 2. B. 14. C.

102. Man kann durch ein Sternrohr 16. F. Dinge sehen, die nicht in seiner Axe liegen. Will man also genau die Richtung seiner Axe haben, so spanne man in ihm ein Paar Fäden aus, die einander im gemeinschaftlichen Brennpuncte beyder Gläser durchkreuzen. Dieses heißt ein **Fadenkreuz**, und wird statt der Absehen oder Dioptern der gemeinen Feldmesserwerkzeuge gebraucht, wo daran gelegen ist, die Richtung einer Linie besonders nach einer entlegenen Sache sehr genau zu haben, als bey grossen

Feldmesserarbeiten, beym Wasserwägen, bey astronomischen Beobachtungen. Statt seiner dient auch ein ebenes Glas, auf dem Linien statt der Fäden gerissen sind.

103. Wenn das Bild pqr 16. F. dem Auge vermittelst des Augenglases unter einem gewissen Winkel erscheinet, so wird ein Bild, das daselbst von eben dem Vorderglase gemacht würde und halb so groß wäre, dem Auge bey eben der Stellung gegen eben das Augenglas halb so groß erscheinen; oder kurz: die Bilder werden sich wie die Winkel verhalten, so lange Bilder und Winkel nicht allzugroß sind. Weiß man also die Grösse eines solchen Bildes, und den ihm zugehörigen Winkel, so kann man die Grösse eines andern Winkels finden, wenn man die Grösse des ihm zugehörigen Bildes mißt. Werkzeuge, die dieses verrichten, heissen Mikrometer. Lehrb. der Opt. 3. B. 8. C. S. unten Astr. 227.

Die Mikroskope.

104. Wenn man eine kleine Sache dem Auge sehr nahe bringen will, um einen grossen Sehewinkel für sie zu erhalten, so erscheinet sie undeutlich (72). Man bringe zwischen sie und das Auge ein erhabenes Glas dergestalt, daß sie in seinem Brennpuncte liegt: So empfängt das Auge von ihm vermittelst des Glases Parallelstrahlen, und sieht sie also deutlich, wenn es sonst gewohnt ist entlegene

Sachen

Sachen deutlich zu sehen. Die Sache stehe in P; das Auge in O;

Q P O

und OQ sey die kleinste Entfernung, auf die es deutlich sieht (72). Befindet sich nun das Glas gleich vor O, so daß man OP für seine Brennweite annehmen darf; so wird die Sache dem Auge unter eben dem Sehewinkel erscheinen, unter welchem sie ihm in P ohne Glas erschiene. Das Glas vermehret also die scheinbare Grösse an sich selbst nicht. Aber das Auge würde ohne Glas die Sache in P nicht deutlich sehen, und hat also vom Glase den Vortheil, daß es die Sache so nahe vor sich, folglich unter einem grossen Sehewinkel, und doch deutlich siehet. Da es sie nun ohne Glas, in Q deutlich sähe, so ist die größte scheinbare Grösse, die das Auge bey einer deutlichen Empfindung von der Sache ohne Glas haben kann, die, unter welcher sie ihm in Q erscheinet. Diese aber verhält sich zu der scheinbaren Grösse der Sache in P wie OP : OQ (Opt. 34) d. i. wie des Glases Brennweite zu der Weite OQ die man = 8″ setzt (72). Man sagt daher: das Glas vergrössere so vielmahl, so vielmahl seine Brennweite in 8 Zollen enthalten ist. Die Meinung ist: das Glas verstattet die Sache so vielmahl näher zu rücken, und doch deutlich zu sehen.

105. Dergleichen Mikroskop heißt ein einfaches. Es vergrössert desto mehr, je kürzer seines Glases

Brennweite ist. Und da man Gläser von sehr kurzen Brennweiten nicht gut schleifen kann, so bedient man sich dazu gläserner Kügelchen, die man an der Lampe schmelzt.

106. Zusammengesetzte Vergrösserer heissen, wo mehr als ein Glas gebraucht wird. Man kann verschiedene Arten von ihnen erdenken. Hier ist eine mit drey Gläsern.

P C B R A Q

C; B; A; sind drey erhabene Gläser, von denen C das vordere ist. Die Sache steht in P so, daß CP etwas weniges mehr beträgt als des Glases C Brennweite. Solchergestalt würde das Glas C allein das Bild der Sache in Q sehr weit hinter sich machen. Aber diese Strahlen, die nach dem Bilde in Q zu fahren, werden vom Glase B aufgefangen, und machen ein neues Bild bey R; Dieses muß in des Glases A Brennpuncte stehen, so sieht ein Auge, das gut in die Ferne sieht, dasselbe deutlich, und die Sache vermittelst seiner vergrössert. Lehrb. der Opt. 2. B. 2. Th. 4. C. 4. Abs. Hiebey läßt sich auch ein Mikrometer (103) anbringen, wodurch man die wahre Grösse sehr kleiner Sachen angeben kann. Kurzsichtige müssen sich die Mikroskope nach ihrem Gesichte stellen. Man hat auch bey Mikroskopen Hohlspiegel statt der (97) Gläser gebraucht; imgleichen Mikroskope für beyde Augen (101) gemacht.

Werkzeuge die Bilder machen.

107. Wenn sich ein Gegenstand in P etwas weiter als der

P A Q

Brennpunct vom Glase A entfernt befindet, so wird er, weit von diesem Glase, in Q, ein grosses Bild machen (40). Dieses Bild aber hat nicht mehr Licht, als er auf das Glas sendet; soll es also nicht dunkel seyn, so muß der Gegenstand stark erleuchtet seyn, und am kenntlichsten wird es werden, wenn der Platz, auf dem es sich befindet, sonst kein anderes Licht bekömmt. Also schickt sich hiezu ein verfinstertes Zimmer, da der Gegenstand in P stark von der Sonne erleuchtet wird. Dieses ist das **Sonnenmikroskop**. Die Erleuchtung erhält man durch ein erhabenes Glas, und durch einen Spiegel, vermittelst dessen die Sonnenstrahlen allemahl so können auf das Erleuchtungsglas gesendet werden, als ob die Sonne in seiner Axe stünde.

108. Macht man diese Vorrichtung des Abends in einem dunkeln Zimmer, so kann man den Gegenstand durch eine Lichtflamme erleuchten. Dieses ist die gewöhnliche **Zauberlaterne**, wo man statt des Gegenstandes gemahlte Bilder braucht, und statt des einzigen Glases A, zwey zu nehmen für besser befunden hat.

109. Da Lichtflamme nie so stark erleuchtet als Sonnenlicht, so kann man mit der Zauberlaterne die Vergrösserung nicht so weit treiben als mit dem Sonnenmikroskop. Daher braucht man auch bey ihr Gläser von längern Brennweiten. In den Bildern Bewegungen darzustellen, z. E. eine Windmühle die sich umdreht, hat Ehrenberger ein Prof. zu Coburg gewiesen. Es kömmt darauf an, daß die Theile eines Bildes auf verschiedene Glasscheiben gemahlt werden, die man gegen einander bewegt.

110. Grosse Gegenstände bequem abzuzeichnen, bedienet man sich des verfinsterten Zimmers; statt dessen man auch einen Kasten gebrauchen kann, aus dem so viel als möglich alles Licht ausgeschlossen ist, das nicht das Bild der Sache mit sich bringet. Man kann hiervon verschiedene Arten angeben. Lehrb. der Opt. 2. B. 13. C.

111. Durch ein Glas, an dem verschiedene ebene Flächen, die stumpfe Winkel mit einander machen, geschliffen sind, ein Rautenglas (polyhedrum) erscheinen die Gegenstände vielfach; und man kann ihm nach gewissen Vorschriften verzeichnete Bilder vorsetzen, die durch das Glas etwas ganz anders darstellen. S. Leutmann Comm. Petrop. T. IIII. p. 194.

112. Ich habe hier nur soviel beygebracht, als, die bekanntesten optischen Werkzeuge auch nur einigermassen gebrauchen zu lernen, unumgänglich erfodert wird. Die Theorie davon läßt sich aus so

wenig Kenntniß der reinen Mathematik, als ich hier voraussetze, nicht herleiten: Ihre Verfertigung aber muß aus besondern Büchern und durch eigene Handanlegung erlernet werden. Gegenwärtiger Unterricht kann als eine Vorbereitung zu beyden dienen: Man wird dadurch in den Stand gesetzt werden, beyde besser im Zusammenhange zu übersehen, und die Würkungen der optischen Werkzeuge nebst den Ursachen ihrer Zusammensetzung richtiger zu beurtheilen, als selbst von vielen Schriftstellern in dieser Wissenschaft, auch von solchen, die für Naturforscher und Mathematikverständige gelten wollen, geschehen ist. Auser den bisher schon angeführten Schriften, besonders dem Lehrbegriffe der Optik, können wegen der Verfertigung optischer Werkzeuge noch folgende nachgelesen werden: Zahn oculus artificialis. Hertel vom Glasschleifen. Leutmanns Anmerkungen vom Glasschleifen; u. a. m.

113. Die Kürze fodert von mir, Untersuchungen wegzulassen, die, so wichtig und angenehm sie auch sind, dennoch in Anfangsgründen keinen Platz haben, und zum Theil auch mehr in die Naturlehre gehören. Dergleichen sind: die Lehre von der **Beugung** des Lichtes, vermöge der es sich aus seinem Wege nach den festen Körpern zu lenket, bey denen es vorbey fährt, ob es gleich immer in einerley Mittel zu bleiben scheinet. Grimaldi; Newton (Opt. L. 3.) und de l'Isle (Memoir. pour servir à l'hist. & aux progrès de l'Astronomie &c. p. 205.

p. 205. sqq.) haben sie untersucht. Von den Ursachen der Veränderungen, die das Licht leidet, läßt sich hier ebenfalls nicht handeln; und die Anwendung der optischen Lehren, Naturbegebenheiten, z. E. den Regenbogen, die Höfe um Sonne und Mond, die Nebensonnen u. d. g. zu erklären, ist ohnedem den Naturforschern zu überlassen, ob sich gleich bey den gewöhnlichen Lehrern der Experimentalphysik selten so viel Kenntniß der Mathematik findet, daß sie nur verstehen könnten, worauf diese Erklärungen ankommen.

Die

Die Astronomie.

1. Erkl. Die Astronomie betrachtet, was bey den himmlischen Körpern einer Ausmessung fähig ist; als: ihre Bewegungen, Grössen, und Entfernungen.

2. Anm. Was wir von der Natur der himmlischen Körper schliessen können, gehört eigentlich in die Physik. Es ist aber mit der Betrachtung der Grössen so verwickelt, daß man beydes nicht wohl gänzlich von einander sondern kann.

2. Erf. Wenn man bey Nacht den gestirnten Himmel betrachtet, so kann man aus dem blossen Anblicke nicht wissen, ob ein Stern weiter, der andere näher sey.

3. Zus. Wir können also die Lage eines Sterns gegen den andern nicht anders beurtheilen, als daß wir uns von beyden, Linien nach unserm Auge gezogen vorstellen, und den Winkel, den sie machen, ihre Weite, messen.

Ein Stern sey L, der andere S; unser Auge O (1. Fig.) so können wir dieser beyden Lage gegen einander nur aus dem Winkel SOL, ihrer scheinbaren Entfernung (Opt. 30.) beurtheilen. Wo jeder Stern in seinem Schenkel des Winkels stehe, sind wir unvermögend aus dieser einzigen Empfindung zu sagen.

4. Erkl. Man ziehe durch das Auge eine Verticallinie OZ (Mech. 3.) so wird die Ebene LOZ auch vertical seyn (G. 2. Th. Grundf. und 47. S.).

Ihr

Ihr Durchschnitt mit der Horizontalfläche sey OH; so heißt HOL die Höhe des Sterns, und ihre Ergänzung LOZ sein Abstand vom Scheitel.

5. Anm. Befindet sich OS auch in dieser Ebene, so werden HOS; SOZ; diese beyden Dinge für den Stern S; und SOL ihr Unterschied seyn.

6. Zus. Man beschreibe aus O mit einem willkührlichen Halbmesser, OH einen Kreis in der Ebene ZOL in der auch OS angenommen wird (5), so wird HM das Maaß der Höhe des Sterns L; und TM das Maaß beyder Weiten seyn (4; 3;). Wäre aber OS nicht in der lothrechten Ebene ZOL; so könnte man sich doch mit einem Halbmesser = OH einen Kreis aus O in der Ebene LOS beschrieben vorstellen; der Bogen dieses Kreises, der alsdenn zwischen des Winkels LOS Schenkel fiele, wäre das Maaß der Weite beyder Sterne, aber nicht der Unterschied ihrer Höhen.

7. Zus. Wir können uns statt der Sterne L; S; die Puncte M; T; vorstellen, welche uns in eben den Lagen gegen einander und gegen die Horizontallinie OH erscheinen werden, in denen uns die Sterne erscheined.

8. Zus. Wenn sich der Quadrant HZ, um die Axe OZ drehet, so beschreibet er eine halbe Kugel, die unten durch einen Kreis, den die Linie OZ beschreibt, den Horizont, begränzet wird. Alle Sterne nun, die über der Fläche des Horizonts stehen, werden uns in solchen Lagen gegen einander und gegen den Horizont erscheinen, als ob sie sich in

den

den Puncten der Kugelfläche befänden, in welchen Linien aus dem Auge durch sie, die Kugelfläche treffen. Man kann also diese Puncte statt ihrer nehmen, wenn blos von diesen Erscheinungen die Rede ist; d. i. man kann sagen, sie erscheinen uns so, als befänden sie sich in der Fläche einer hohlen Kugel, deren Mittelpunct das Auge ist.

9. Anm. Daß uns die Sachen so erscheinen, ist wahr; aber daß sich die Sterne wirklich in dieser Kugelfläche, in gleichen Entfernungen von uns befänden, das könnte wohl falsch seyn, ja die Folge wird uns versichern, daß es falsch ist. Was aber nun abgehandelt werden wird; gründet sich auf die Wahrheit der Erscheinung, nicht auf die Erdichtung, daß die Sache sich wirklich so verhielte, wie sie uns vorkömmt. Vorerr. 36.

10. Zus. Die Höhe eines Sternes oder seine Weite vom Scheitelpuncte wird wie Winkel in der Geometrie (G. 37. S.) gemessen.

11. Anm. Nur sind hier viel künstlichere Werkzeuge, und mehr Aufmerksamkeit nöthig, weil man die Winkel viel schärfer haben will, wie auch die Sonne ein besonders Verfahren erfordert. Beschreibungen und Abbildungen hievon lassen sich hier noch weniger beybringen, als in der Geometrie. Einem Anfänger kann Rostens astronomisches Handbuch vorgeschlagen werden, sich die ersten hier nöthigen Kenntnisse zu erwerben. Bessere Nachrichten von den jetzt zu dieser Absicht gebräuchlichen Quadranten und Sectoren, geben: Cassini von der Figur der Erde; Mauper-tuis degré du Merid. entre Paris & Amiens, Picard Mesure de la terre. Lowiz Beschreibung eines Quadranten zur Sternkunde und zu Erdmessungen. Lehrbegr der Opt. 3. B. 4. u. f. C. Wegen einer hiezu dienlichen Vorrichtung von anderer Gattung s. Manfredi de gnomone meridiano bononiensi ad d. Petron. Bouguer fig. de la terre;

Voy.

Voy. au Perou p. 80. Ich muß wegen aller solchen ähnlichen Fälle im voraus erinnern, daß ich die Auflösung der astronomischen Aufgaben, in sofern solche auf Beobachtungen ankommen, nur theoretisch vortrage; die Handgriffe und Vortheile dabey, lassen sich in gegenwärtigem Lehrbuche nicht beschreiben; daher in der Ausübung vieles schwer und weitläuftig seyn wird, das ich hier als eine leichte Foderung annehme. So haben selbst die grösten Schriftsteller von der Astronomie, Gregori, Cassini ꝛc. verfahren.

12. Erf. Man sieht Sterne, deren Weite vom Scheitel 90 Gr. beträgt, aber keinen, bey dem sie mehr betrüge, oder nach welchem zu sehen man unter den Horizont (8) hinunter sehen müßte. Dieses findet statt, das Auge möchte in der Fläche der Erde selbst liegen, oder es mag so hoch als wir können, z. E. auf einem Thurme oder Berge über der Erdfläche erhoben seyn. Das Auge sieht nähmlich von diesen Höhen nicht mehr Sterne als auf der Erde, in sofern ihm auf der Erde keine Hindernisse im Wege sind. Auch findet man einerley Höhe eines Sternes, wenn man ihn in einem Augenblicke von Puncten, die gerade über einander oder fast gerade über einander liegen, z. E. von der Spitze und dem Fusse eines Thurmes oder Berges beobachtet.

13. Zus. Dieses gibt die Ableitung des Nahmens vom Horizonte. Ist die Fläche der Erde eben, so wird er mit ihr einerley seyn. Ist sie krumm, so wird er die Erde an dem Orte, wo sich das Auge befindet, berühren (G. 49. S. 10. Z.),

und

und deßwegen der Gesichtskreis seyn, weil die Erde undurchsichtig ist.

14. Zus. Auch müssen die Sterne so weit von uns seyn, daß in Vergleichung mit ihrer Weite die größten Höhen, auf die wir kommen können, für nichts zu achten sind.

15. Erf. Es gibt eine gewisse Gegend des Himmels, an einer Seite des Auges O 1. F. wo Sterne zum Vorscheine kommen, die es vorhin nicht sahe, ob es gleich nach eben der Seite gerichtet war. Die Sterne scheinen gleichsam über die Erde herauf zu kommen. Wenn man einen solchen Stern, den man hat heraufkommen sehen, die folgende Zeit der Nacht weiter betrachtet, so findet man, daß er von dieser Gegend immer weiter weggehet, und zugleich immer höher steiget. Ich will soviel sagen: Wenn 2. F. OA die Linie ist, in welcher man ihn beym Heraufkommen sahe, die sich also im Horizonte befindet, so wird man ihn einige Zeit darauf nach der Linie OB sehen, und wenn eine Verticalfläche durch diese Linie den Horizont in OE schneidet, also EOB des Sterns Höhe ist; so werden die Winkel AOE; EOB zugleich wachsen. Dieses wird so lange dauren bis eine Höhe EOB die größte wird; von derselbigen an, kömmt der Stern immer wieder niedriger und niedriger, und endlich bey C wieder in den Horizont, da er denn verschwindet. Diese Bewegung heißt man die tägliche oder gemeine (diurnus, communis), weil alle Sterne sie täglich wiederhohlen, und man sagt, der Stern gehe

in A auf und in C unter. Alle Sterne aber haben diese Bewegung nach übereinstimmenden Richtungen, alle, die aufgehen, gehen an einer Seite des Horizonts auf, und an der andern unter. Man heißt diese beyden Seiten die Morgenseite und die Abendseite.

16. Erf. Wenn EOB die größte Höhe ist, so halbirt die Linie EO den Winkel AOC.

17. Zus. Wenn man die Puncte A; B; C; in der Weltkugelfläche annimmt, so sind ihre Entfernungen von O alle gleich; also halbirt OE auch AC in D (G. 9. S. 5. Z.). Es sey BE senkrecht auf OE; so ist (aus G. 47. S. 3. Z.) die Linie BE auf den Horizont senkrecht, weil die Ebene BEO auf ihn senkrecht ist (4). Nun ist EA = EC weil AD = DC; ADE = R = CDE; und ED den Dreyecken ADE; CDE, gemein ist; daher sind in den Dreyecken BEA; BEC; die nur genannte Winkel als rechte (G. 2. Th. 1. Erkl.) gleich; BE = BE; EA = EC; folglich BA = BC; Folglich in den Dreyecken BDA; BDC; (aus G. 4. S.) die nur genannten Winkel gleich; also beyde rechte. Folglich BDE der Ebene ABC; Neigungswinkel gegen den Horizont (G. 2. S. 2. Erkl.). Nun sind die Winkel EOB; AOC, gegeben; Wenn man also BO für den Sinus totus annimmt, so sind auch BE = sin EOB; EO = cos EOB; DO = cos $\frac{1}{2}$ AOC; und folglich beyder letztern Unterschied DE; gegeben; Es verhält sich aber DE: BE = r: tang BDE; also ist der Ebene ABC Neigungswinkel gegen den Horizont gegeben.

18. Lehn-

18. Lehnsatz. Wenn ein Punct O, in der Höhe, von drey Puncten A; B; C; eines Kreises gleich weit entfernt ist, so steht eine Linie durch ihn und des Kreises Mittelpunct auf des Kreises Ebene senkrecht.

Bew. OK sey ein Loth von diesem Puncte auf des Kreises Ebene; so ist $OA^2 - AK^2 = OB^2 - BK^2$ also $AK = BK$; weil $OA = OB$. Eben so erhellt, daß $CK = BK$; weil nun drey Puncte einen Kreis bestimmen (G. 17. S. 4. Z.), so muß K der von allen drey Puncten gleichweit entfernt ist, der Mittelpunct seyn. Das Loth OK geht also durch den Mittelpunct, und es gibt nur ein Loth durch O auf des Kreises Ebene (G. 46. S. 5. Z.).

19. Zus. Ein Perpendikel aus dem Auge auf die Ebene ABC 2. F. und eine Linie durch das Auge und des Kreises durch ABC Mittelpunct sind einerley, beyde nähmlich OK. Nun ist KDO = BDE (G. 8. S. 4. Z.) der vorhin (17) gefunden worden; also KOD = R – BDE gegeben; folglich auch BOK oder BOE + R – BDE.

20. Zus. Weil die Lage der Linie OE (16) gegeben ist, so kann man OK in der lothrechten Ebene BOE in dem nur gefundenen Winkel KOD (19) gegen sie legen.

21. Erf. Man befestige eine Linie OK in der nur gefundenen Lage (20) und an sie eine Diopter in den Winkel KOB (19) so daß sich die Diopter wie eines senkrechten Kegels Seite (G. 61. S. 4. Z.) herumdrehen läßt, ohne die Lage der Linie OK;

und den Winkel KOB zu ändern. Wenn man nach dieser Vorbereitung den Stern die folgende Nacht aufsucht, so wird man ihn beständig durch die Diopter verfolgen können. Er wird nähmlich einen Kreis am Himmel zu beschreiben scheinen, der seinen Pol in der Linie KO (G. 49. S. 9. Z.) K zum Mittelpuncte hat, und den Horizont in einer gegebenen Linie CA; unter einem gegebenen Winkel schneidet.

22. Anm. Ich habe, die eigentliche Beschaffenheit der täglichen Bewegung vorstellig zu machen, dieses Verfahren erwählet, ob ich wohl weiß, daß weder die größte Höhe des Sterns, noch die Puncte seines Aufganges und Unterganges sich leichte mit der heutzutage erforderlichen astronomischen Schärfe beobachten lassen. Ich muß hier die Sache so vortragen, daß man sieht, wie sich die Erfinder der Astronomie die ersten Begriffe gemacht. Dazu ist dieses Verfahren richtig genug, und ohne Zweifel hat man anfangs aus noch viel gröbern Beobachtungen, Muthmassungen und Hypothesen geschlossen, die durch genauere nach und nach immer mehr sind bestätiget worden.

23. Erf. Wenn man eben so (21) mit jedem andern Sterne, mit welchem man dergleichen vornehmen kann, verfährt; so findet man allezeit, daß er sich in einem Kreise zu bewegen scheinet, welcher seinen Pol in eben der vorhin gezogenen OK hat, und den Horizont unter einem eben so grossen Winkel als der Neigungswinkel des vorigen war, und in einer Linie, die mit des vorigen Durchschnitte parallel geht, schneidet.

24. Erf. Es gibt Sterne, die nicht untergehen, da sich also voriges Verfahren nicht anbringen läßt.

Aber

Aber diese Sterne behalten unter einander, und gegen die, wrlche auf und untergehen, beständig einerley Lagen, und wenn man eine Linie in der Lage OK (21) befestiget hat, und die Diopter nur einmahl nach einem solchen Sterne gerichtet ist, so läßt er sich durch sie beständig ohne Aenderung des Winkels mit OK verfolgen, er scheint also auch in einem Kreise herumzugehen, der seinen Pol in OK hat.

25. Zus. Die Kreise, in denen die Sterne ihre tägliche Bewegung zu führen scheinen (15), die Tage-Kreise, sind Parallelkreise, die alle zusammen ein Paar Pole gemeinschaftlich haben (G. 47. S. 7. Z. und 51. S.).

26. Erkl. Die Pole der Tagekreise, heissen die Weltpole, eine Linie von einem zum andern, die Weltaxe; der größte Tagekreis (G. 52. S. 2. Z.), der Aequator.

27. Zus. Es sieht also aus, als wären alle Sterne an der Fläche einer hohlen Kugel angeheftet, mit welcher sie sich um eine Axe dreheten, in der sich das Auge im Mittelpuncte der Kugel befände.

28. Zus. Damit man nun diese Bewegung genauer bestimmen kann; so muß man sich einige unbewegliche Gränzen vorstellen, von denen die Bewegung, und nach denen sie zu geschiehet. Der Horizont (8) kann eine solche Gränze seyn. Man beschreibe aus dem Auge T 4. F. einen Kreis durch die Pole P; Q; in dessen Ebene die Scheitellinie TZ (4) sich befinde, und von seinem Umfange in Z

geschnitten werde. Dieser Kreis heißt der Mittagskreis (Meridianus) seine Ebene die Mittagsfläche (planum meridiani). In ihm befinden sich die beyden Pole, und das Zenith, der Scheitelpunct Z; nebst dem gegenüberliegenden Nadir N. Er wird unbeweglich seyn, weil er sich in der Ebene durch zwo unbewegliche Linien, die Scheitellinie und die Weltaxe, befindet; Man kann sich also eine unbewegliche Kugelfläche vorstellen, in der sich die Pole, das Zenith und Nadir, der Umfang des Mittagskreises und des Horizontes befinden. Die bewegliche drehet sich mit den Sternen (27) in ihr herum, wie man etwa eine Taschenuhr in ihrem äusern Gehäuse drehen könnte.

29. Zus. Weil die Weltaxe auf die Tagekreise (26) und die Scheitellinie auf den Horizont (8) senkrecht stehen, so sind die Tagekreise und der Horizont auf den Mittagskreis senkrecht (G. 47. S.).

30. Zus. Der Aequator und Horizont halbiren einander selbst; und schneiden als größte Kreise (8; 26;) den Mittagskreis durch den Mittelpunct T (G. 49. S. 5. Z.). Ihre Durchschnitte mögen AD; HR; seyn. Jener steht auf PQ; dieser auf ZN senkrecht (8; 26;). Der letztere heißt die Mittagslinie.

31. Erkl. Von den beyden Halbkugeln, welche der Horizont in der unbeweglichen Weltkugel (28) macht, heißt die obere, in welcher sich das Zenith befindet; die untere, in der das Nadir ist. Von den beyden Halbkugeln, die der Aequator in der

be=

beweglichen macht, heißt die nordliche (hemisphaer. boreale), die, in welcher sich der Pol P welcher in den Gegenden, wo wir wohnen, über den Horizont erhoben ist, der Nordpol (polus arcticus) befindet; in der andern südlichen (australe) befindet sich der Südpol Q (antarcticus).

32. Erkl. Der scheinbare Horizont (apparens), heißt eine Ebene, die auser der Weltkugel Mittelpuncte mit dem wahren, der durch den Mittelpunct geht, parallel geführt wird. Ihr Durchschnitt hr mit der Mittagsfläche heißt die scheinbare Mittagslinie (30): und ist der wahren parallel (Geom. II. Th. 2. Erkl. Zus.). Die Erfahrung muß ausmachen, wenn ein Auge, welches sich auf der Fläche der Erde in V befindet, andere Erscheinungen hat, als es im Mittelpuncte der Weltkugel T haben würde; d. i. wenn TV in Vergleichung mit der Weite eines himmlischen Körpers beträchtlich ist.

Gesetzt die Erde sey eine Kugel deren Mittelpunct in T ist. Befindet sich jemand auf ihrer Oberfläche in V, so wird er, weil die Erdkugel undurchsichtig ist, vom Himmel nicht mehr übersehen, als was über einer Ebene liegt, von welcher die Erde in V berührt wird. Diese Ebene ist senkrecht auf TV (Geom. 49. S. 10. Z.) auf die Verticallinie durch V (Stat. 6.) daher wird eine ihr gleichlaufende Ebene durch T, der wahre Horizont (8). Nun ist TR der Halbmesser der Kugel, in deren Fläche man sich die himmlischen Körper vorstellt, und beyder Horizonte Abstand ist der Bogen Rr, das Maaß des

Winkels rTR = TrV dessen Sinus $\frac{TV}{Tr}$ ist. Ist also dieser Quotient ungemein klein, oder: ist der Halbmesser der Erde in Vergleichung mit der Himmelskugel ihren Halbmesser ungemein klein, so wird dieser Winkel unempfindlich und beyde Horizonte sind nicht zu unterscheiden.

33. Erf. Die meisten Sterne haben sich beständig, so lange wir Nachrichten davon haben, allen Bewohnern der Erde in einerley Lage gegen einander gewiesen. Drey Sterne z. E. die in einer geraden Linie, oder in einem gleichseitigen Dreyecke zu stehen scheinen; zeigen sich in dieser Lage, von welcher Gegend der Erde man sie auch betrachtet, und haben sich in dieser Lage den ältesten Zeiten, von denen wir wenigstens fast seit zwey tausend Jahren Nachrichten haben, gewiesen, Wie wir versichert seyn können, daß wir dieses bey eben den Sternen beobachten, bey denen es an entfernten Orten, und vor alten Zeiten ist beobachtet worden, wird leicht daraus zu begreifen seyn, daß wir an jedem Orte, die Sterne in den Lagen, die sie uns gegen einander zu haben scheinen, entwerfen, und diese Abbildungen mit einander vergleichen können, wobey wir noch ihre Lagen gegen die Pole und den Aequator zu Hülfe nehmen können.

34. Zus. Diese Sterne scheinen also an der Himmelskugel seit der Schöpfung wie angeheftet, und heissen daher Fixsterne.

35. Zus.

35. Zus. In Vergleichung mit ihrer Weite von uns muß die Grösse der Erde für nichts zu achten seyn, und wir befinden uns also überall im Mittelpuncte der Kugel der Fixsterne.

36. Erf. Man merke, was für Sterne einen gewissen Abend bey dem Monde stehen. Den folgenden Abend wird man eben die Sterne abendwärts vom Monde stehen sehen, und den Mond selbst bey andern finden, die gestern weiter von ihm nach Morgen zustanden. So wird er immer nach Morgen zu unter dem Sterne fortzugehen scheinen, bis man ihn ohngefähr nach 27 Tagen wieder bey eben den Sternen findet, bey denen man ihn den ersten Abend gefunden hatte.

37. Zus. Der Mond hat nebst der gemeinen täglichen Bewegung (15); noch eine eigene (proprium) vom Abend gegen Morgen, mit der er innerhalb einer Umlaufszeit (periodi) von 27 Tagen um die Erde zu kommen scheinet.

38. Erf. Man bemerke die Sterne, welche an einem gewissen Abende kurz nach der Sonne untergehen. Einen oder etliche Abende darauf, wird man finden, daß diese Sterne schon mit der Sonne oder gar vor ihr untergegangen sind. So wie sie den ersten Abend am Abendhorizonte gegen die untergegangene Sonne standen, so stehen jetzo andere gegen die untergegangene Sonne; und diese andern befanden sich den ersten Abend, morgenwärts der ersten. Dieses geht alle Abende so weiter fort, und die Sonne scheint mit ihrer eigenen Bewegung (37)

auch von Abend gegen Morgen unter den Fixsternen fortzurücken, bis sie nach einer Umlaufszeit (37) von 365 Tagen, oder einem Jahre, wieder so steht, daß die Fixsterne, die den ersten Abend des Jahres bald nach ihr untergingen, wieder eben so bald nach ihr untergehen.

39. Zus. Wenn also den ersten Abend gewisse Sterne aufgehen, indem die Sonne untergehet, oder bald nachdem sie untergegangen ist, so sind die folgenden Abende diese Sterne alsdenn schon weit über den Morgenhorizont erhoben, und statt ihrer gehen andere Sterne auf, die den ersten noch nicht aufgegangen waren.

40. Zus. Wenn einen gewissen Morgen, gewisse Sterne unweit des Morgenhorizontes kurz vor Aufgange der Sonne sichtbar sind, so werden diese Sterne die folgenden Morgen kurz vor Aufgange der Sonne höher über den Morgenhorizont erhoben seyn, und so nahe als sie den ersten Morgen am Morgenhorizonte stunden, werden jetzo andere stehen, die das vorige mahl tiefer stunden, oder gar nicht zu sehen waren.

41. Anm. Diese beyden Folgerungen (39; 40;) lassen sich ebenfalls durch die Erfahrung bestätigen, und wenn man sie als Erfahrungen statt (38) annimmt, so folgt eben die eigene Bewegung der Sonne daraus.

42. Erf. Dergleichen Fortrücken unter den Fixsternen von Abend nach Morgen, wie (36; 38;) bemerkt man noch bey fünf Weltkörpern; Sie heissen Saturn (♄) Jupiter (♃) Mars (♂) Venus (♀) Merkur (☿) und nebst Sonne (☉) und

Mond

Mond (☾) gemeinschaftlich Planeten. Ihre Umlaufszeiten, die letztern beyden Planeten nicht mit gezählt, sind ohngefähr in der Ordnung, in der ich sie genannt habe: 30 Jahre; 12. J. 2 J. 1 J. 1. J. Man kann sie an ihrem Lichte unterscheiden, aber nicht aus blossen Beschreibungen dieses Lichtes. Sichere Merkmahle von ihnen sind die Gesetze ihrer Bewegung, die sich aber erst in der Folge erklären lassen.

43. **Erkl.** PZAHKDR 5. F. sey der Mittagskreis; wo die Buchstaben eben das was 4. F. bedeuten; HOR; AOD sind des Horizonts und des Aequators Hälften auf einer Seite des Mittagskreises, und folglich, weil beyde auf dem Mittagskreise senkrecht stehen, O des Mittagskreises Pol (G. 50 S. 3. Z.) also AO; OD; HO; OR; Quadranten, so heißt O der **wahre Morgen**, oder **Osten**, der sich also in einer Linie befindet, die auf die Mittagsfläche, und also auf die Mittagslinie HR 4. F. (30) durch T senkrecht bis an des Horizonts Umfang gezogen würde. Wo diese Linie auf des Mittagskreises andern Seite den Horizont wieder schneidet, befindet sich der **wahre Abend**; oder **Westen**; die beyden Durchschnitte der Mittagslinie und des Mittagskreises, heissen, der in der nordlichen Halbkugel R; **Mitternacht** oder **Norden**, und der in der südlichen; H; **Mittag** oder **Süden**; zusammen heissen diese vier Puncte die vier **Hauptgegenden** (Cardines).

44. **Erkl.** Ein Scheitelkreis 5. Fig. heißt ZSV der durch das Zenith und einen Stern S geht. Der

erste

erste Scheitelkreis (verticalis primarius) geht durch das Zenith und O des Mittagskreises Pol.

45. Zus. Der Bogen eines Scheitelkreises ZV vom Zenith bis an den Horizont, ist daß Maaß des rechten Winkels HOZ 1. Fig. (8) und folglich 90 Gr; oder Z ist des Horizontes Pol.

46. Erkl. Ein Kreis durch den Weltpol P und den Stern S (5. Fig.), der also auf den Aequator senkrecht stehet (G. 50. S. 1. Z.), heißt ein **Abweichungskreis** (circulus declinationis) und TS sein Bogen zwischen dem Aequator und dem Sterne; die **Abweichung**, welche, nachdem der Stern auf einer von beyden Seiten des Aequators (31) liegt, **nördlich** oder **südlich** heißt.

47. Anm. Dieser Bogen nähmlich ist das Maas der Neigung einer Linie, die aus der Welt Mittelpuncte nach dem Sterne gezogen würde, gegen den Aequator (G. 2. Th. 1. Erkl.). Ueberhaupt sind alle Bogen größter Kreise, die hier betrachtet werden, Maasse von Winkeln am Mittelpuncte der Welt wie die Höhen und Weiten (6; 44;).

48. Lehrs. Die Polhöhe PR (4; 5; Fig.) macht mit der Höhe des Aequators AH, 90 Grad aus.

Bew. HZR = 180 Gr. (30) und PA = 90 Gr. (26) also AH + PR = 90 Gr.

49. Zus. Auch ist PR + RD = 90° wo RD des Aequators Tiefe unter dem Horizonte ist. Diese Höhe oder Tiefe ist nähmlich das Maaß von O des Aequators Winkel mit dem Horizonte (43. und G. 52. S. 4. Z.).

50. Zus. Die Höhe des Aequators oder sein Winkel mit dem Horizonte, ist dem Winkel BDE

2. F. gleich, den (17) finden lehrt (23), also kann man sie und auch die Polhöhe finden. Man wird dabey wahrnehmen, daß die Polhöhe an einem Orte, wenigstens in langer Zeit sich nicht ändert.

51. Erkl. Der Abstand eines Sternes 5. Fig. vom Mittagskreise heißt der Winkel ZPS den der Abweichungskreis durch ihn mit dem Mittagskreise macht. Sein Maaß ist der Bogen AT (G. 52. S. 4. Z.).

52. Zus. Man nehme PM=PS; wenn nun der Stern bey der täglichen Bewegung seine Abweichung nicht ändert, und von der Morgenseite an nach der Mittagsfläche zu geht, so beschreibt er den Bogen SM des Tagekreises, welcher dem Bogen AT ähnlich ist.

53. Erkl. Der Bogen des Horizontes RV 5. Fig. zwischen dem Mittagskreise und dem Scheitelkreise, heißt des Punctes S Azimuth. Er ist das Maaß des Winkels, den der Scheitelkreis mit dem Mittagskreise macht.

54. Aufg. Aus der Polhöhe; der Abweichung und der Höhe eines Sternes; seinen Abstand vom Mittagskreise und sein Azimuth zu finden.

Aufl. Die gegebenen Dinge sind 5. Fig. PR; TS; VS; woraus ZPS; und SZP; gesucht werden. Nun sind im Kugeldreyecke PZS; die drey Seiten, die Ergänzungen der drey gegebenen Dinge; also findet man daraus die gesuchten Dinge als Winkel dieses Dreyecks (Sphär. Trig. 10. S. 11. Fall).

55. Zus.

55. Zus. Die drey gegebenen Dinge bestimmen von jedem der gesuchten, ein einziges. Wenn also die Figur den Stern auf der Mittagsfläche Morgenseite vorstellt, und wenn er eben diese Höhe auf der Abendseite wieder bekömmt, so hat er da eben den Abstand von der Mittagsfläche, und eben das Azimuth.

56. Zus. Die Mittagsfläche halbirt den Winkel zwischen zween Scheitelkreisen, in denen der Stern gleiche Höhen hat.

57. Anm. Ein besonderer Fall davon war, wenn die Höhen $=o$ sind (16). Nähmlich vom Aufgange an bis zum Durchgange durch die Mittagsfläche wachsen die Höhen des Sternes beständig, und nehmen nach diesen in verkehrter Ordnung wieder bis zum Untergange ab. Diese Erscheinung ist eine nothwendige Folge aus der täglichen Bewegung (27) wie sich geometrisch zeigen läßt.

58. Zus. Wenn man die Polhöhe und die Abweichung des Sterns als gegeben behält, so kann man von den übrigen drey Dingen (54) welches man will noch als gegeben ansehen und daraus die übrigen durch die sphärische Trigonometrie suchen. Ja überhaupt kann man von den (54) genannten fünf Dingen, drey welche man will als gegeben ansehen, und daraus die übrigen beyden suchen, daß also hier zehn Aufgaben könnten gemacht werden, von denen aber nicht alle gleich brauchbar sind.

59. Zus. Wollte man aus der Polhöhe, der Abweichung und dem Abstande vom Mittagskreise das Uebrige finden, so wären in dem vorhin gebrauchten Kugeldreyecke die Seiten PZ; PS; nebst

dem

dem Winkel bey P gegeben; und man fände daraus die Seite ZS (Sph. Trig. 20. S. 9. Fall) und den Winkel bey Z (daſ. 10. Fall).

60. Anm. Man kann algebraiſche Vergleichungen zwiſchen dieſen fünf Dingen finden, die beſonders allgemeine Sätze, z. E. den (57) kurz zu erweiſen ſehr dienlich ſind. Ich habe dergleichen im hamburgiſchen Magazine II. Band 4. Stück 6. Art. 436. S. gegeben; die man aus demjenigen vollkommen verſtehen wird, was ich im I. Th. dieſer Anfangsgründe gelehret habe, und die mir alſo blos die Kürze, die ich ſuchen muß, hier beyzubringen verbietet.

61. Aufg. Die Lage der Mittagsfläche zu finden.

Auflſ. Aus einer Beobachtung der Gegend, in welcher die Sterne am höchſten ſtehen, kann man, ohne einmahl einiges Werkzeug zu gebrauchen, blos nach dem Augenmaaſſe die Lage dieſer Fläche ohngefähr beſtimmen (57). Es iſt alſo leicht, zuverläßig zu erkennen, wenn ein Stern weit von ihr gegen Morgen oder gegen Abend zu ſtehet. Man meſſe verſchiedene Höhen von ihm auf dieſen beyden Seiten; damit man ein Paar eine auf dieſer, die andere auf jener Seite ausſuchen kann, die gleich groß ſind. Man heißt ſie übereinſtimmende oder zuſammengehörige Höhen (altitudines correſpondentes); Man halbire den Winkel zwiſchen den Scheitelweiten, in denen dieſe Höhen gefunden werden, ſo hat man die Lage der Mittagsfläche (56), deren Beſtimmung deſto zuverläßiger wird, wenn man ſie aus mehr Paaren übereinſtimmender Höhen herleitet, urd allemahl einerley findet.

62. Zuſ.

62. Zus. Man nehme an, die Sonne verändere wenigstens in einem Tage ihre Abweichung nicht merklich; und also gelte (55) auch von ihr. Man beschreibe auf einer wagrechten Ebene aus einem willkührlichen Mittelpuncte C 6. Fig. einen Kreis BA; und richte durch C einen Stift lothrecht auf. Man gebe acht, wenn der Schatten des Stiftes, vormittags die Länge CA nachmittags die gleich grosse Länge CB hat; so hat die Sonne beydemahle gleich grosse Höhen gehabt (Opt. 19.), und also geht die Mittagsfläche durch den Stift und CD, welche den Winkel ACB halbirt; und diese halbirende Linie selbst, ist die Mittagslinie (30) die man noch sicherer findet, wenn man mehr solche Paare gleich langer Schatten, z. E. noch Ca; Cb; u. s. w. sucht.

63. Anm. Aber was im Anfange von (62) angenommen ward, ist meistens merklich falsch, wenn einige Schärfe gesucht wird. Daher wählt man solche Tage, wo es ziemlich beynahe wahr ist, welches, wie unten erhellen wird, vornehmlich der längste Tag im Jahre oder die benachbarten sind. Auserdem muß man aus der Kenntniß von der Bewegung der Sonne Verbesserungen bey den übereinstimmenden Sonnenhöhen anbringen, sie mögen nun durch die Schatten, oder, richtiger, durch den Quadranten gefunden werden. S. Smiths Lehrbegr. der Optik II. B. 6. C.

64. Aufg. Die Polhöhe an einem Orte zu finden.

Aufl. Man wähle einen von den Sternen, welche nicht untergehen. Man beobachte denselben in seinem Durchgange durch den Mittagskreis über dem

Pole

Pole in N und unter ihm in L (5. Fig.) so daß seine größte Höhe NR; die kleinste LR ist; beyder Unterschied gibt NL; und die Hälfte davon PL; zur kleinsten Höhe addirt PR.

Exempel aus Comm. Ac. Imp. Petrop. T. II. p. 503.

Für die Polhöhe von Petersburg des Polarsterns

scheinbare grösste Höhe	62 Gr.	5 M.	35 S.	
Refraction (140)			31	
wahre grösste Höhe	62	5	4	= NR
scheinbare kleinste Höhe	57	48	0	
Refraction			37	
wahre kleinste Höhe	57	47	23	= LR
NR − LR = NL =	4	17	41,	Durchmesser des Parallelkreises des Sterns.
½NL = PL = PN =	2	8	50,	Weite des Sterns vom Pole.
PN + LR =	59	56	13,	Polhöhe.

Unvermeidliche kleine Irrthümer machen solche Bestimmungen allemahl etwas ungewiß, die auch jetzt durch mehr Umstände, welche man noch betrachtet (S. unten 222; 293) in Kleinigkeiten verändert werden. So wird diese Polhohe in der conn. des mouvem. celestes 1764; nur 59 Gr. 56 M. 0 S. angegeben.

65. Zus. Hieraus gibt sich die Höhe des Aequators (48).

66. Aufg. Die Abweichung eines Sternes S zu finden 5. F.

Aufl. Man beobachte seine Mittagshöhe HM der Unterschied HM zwischen ihr und der Höhe des Aequators (65) ist die Abweichung (46). Wenn solche südlich ist, wird des Sternes Mittagshöhe kleiner seyn als die Höhe des Aequators; übrigens aber verfährt man eben so.

67. Zus. Wenn die Ergänzung der Abweichung die Weite des Sternes vom Pole PS; kleiner ist als die Polhöhe, so geht der Stern nicht unter. Alsdenn sind seine beyden Durchgänge durch den Mittagskreis über dem Horizonte sichtbar, wie (64) fodert. Und unter allen seinen Höhen ist die obere Mittagshöhe die größte, die untere die kleinste. Bey Sternen, welche untergehen, gibt der untere Durchgang durch den Mittagskreis unter dem Horizonte ihre größte Tiefe; und ist uns unsichtbar, daher wir bey ihnen nur von einem reden. Ist er dem Pole, der sich unter unserm Horizonte befindet, näher als die Tiefe dieses Poles unter dem Horizonte beträgt, so geht er uns nicht auf.

68. Zus. Nimmt man die Abweichung anders woher als bekannt an, so findet man aus ihr, und der Mittagshöhe die Höhe des Aequators und folglich die Polhöhe. Mit der Sonne läßt sich beydes (67; 68) bewerkstelligen.

Exempel. Mayer beobachtete zu Göttingen (Comm. Soc. R. Sc. Gott. T. III. p. 447.), die

Mit-

Mittagshöhe des obern Sonnenrandes den 14. Sept. 1753.	42°	1′	57″
Verbesserung (s. unten die Anm. bey 158.) abzuziehen			55
Wahre Höhe	42°	1′	2″
Halbmesser der Sonne abzuziehen		15	59
Höhe des Mittelpuncts	41	45	3
Nördl. Abweichung der S. abzuz.	3	17	19
Höhe des Aequators	38	27	44
Also Polhöhe	51	32	16

So hat Mayer daselbst die Polhöhe aus verschiedenen Mittagshöhen gesucht, und gibt für ein Mittel aus allen 51° 32′ 18″

Ich führe dieses wahre Exempel nur an, das Verfahren der Rechnung und alle Umstände die dabey zu beobachten sind zu erläutern. Die eigentliche Göttingische Polhöhe ist wohl etwas kleiner, wie sie denn in der Conn. des mouv. cel. 1764. 51° 31′ 54″ und so viel ich aus den Beobachtungen schliessen kann, die mir der bisherige Zustand der hiesigen Sternwarte anzustellen verstattet hat, noch etwas zu groß angegeben ist.

Von der eigenen Bewegung der Sonne.

69. Erf. Wenn man die Mittagshöhen der Sonne ein ganzes Jahr durch beobachtet, so findet man, daß sie zweymahl im Jahre, nähmlich um den

20 März und um den 20 September, im Aequator befindlich ist. Vom März bis zum September ist ihre Abweichung nordlich, vom September zum März südlich. Jede Abweichung nimmt bis auf eine gewisse Grösse zu, und nach diesem wieder ab. Wenn die Sonne im Aequator ist, geht sie im wahren Morgen auf und unter.

70. Zus. Also scheint der Mittelpunct der Sonne mit seiner eigenen Bewegung (38) in einem Kreise fortzurücken, welcher den Aequator in zween Puncten schneidet. Die Durchschnittspuncte aber stehen im Aequator, wie ebenfalls die Erfahrung lehret, einander gerade gegen über, oder um den Durchmesser von einander entfernt. Folglich ist der erwähnte Weg der Sonne ein grösster Kreis.

71. Erkl. Man nennt ihn (von den Finsternissen (eclipsibus), die Sonne und Mond in ihm leiden) die **Ekliptik** oder die **Sonnenbahn**; Seine Durchschnitte mit dem Aequator; **Aequinoctialpuncte**; und zwar den **Frühlingspunct**, von welchem die Sonne nach dem Nordpole heraufsteigt (69). Den **Herbstpunct**, von dem sie sich nach dem Südpole senkt. Die Zeit, in welcher sie in einem dieser beyden Puncte ist; die **Nachtgleiche** (aequinoctium).

72. Erkl. Die **Sonnenstandspuncte** (Solstitialia) heissen die, in welchen die Sonne die grösste Abweichung (69) hat. Der **Sommerpunct** (aestiuum) heißt bey uns der, wo sie am meisten

nach

nach Norden, und der Winterpunct (brumale), wo sie am meisten nach Süden abweicht.

73. **Anm.** Sie sind also von den Puncten der Nachtgleiche 90 Gr. entfernet, und ihre Abweichung vom Aequator, die gröste Abweichung der Ekliptik oder der Sonne; ist dem Winkel der Ekliptik und des Aequators, der Schiefe der Ekliptik; gleich (G. 54. S. 4. Z.). Ihren Nahmen haben sie daher, weil sich die Abweichung der Sonne um sie herum viel weniger ändert, als anderswo; daher man zu (62) die Zeit wählet, da sich die Sonne um sie herum befindet.

74. **Erkl.** Der zwölfte Theil der Ekliptik, oder 30 Gr. heissen ein himmlisches Zeichen (Signum) das erste fängt sich an dem Frühlingspuncte an; und sie werden nach dem Gange der Sonne von Abend gegen Morgen (38) gezählet. Ihre Nahmen enthalten folgende Verse.

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo
♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍

Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.
♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓

♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ heissen aufsteigende, ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐ absteigende, weil sich in jenen die Sonne nach Norden zu bewegt, welches uns oben ist, in diesen nach Süden zu senkt.

75. **Aufg.** Wenn die Schiefe der Ekliptik; E 7. F. bekannt ist, die Abweichung ST jedes Punctes derselben S, zu finden.

Aufl. r : sin E = sin ES : sin ST (Sph. Trig. 1. S. 5. Fall).

Exempel. Man verlangt die Abweichung von ☉; so ist ES = 30°; Man setze E = 23° 30′ so ist

l sin E = 9,6006997
l sin ES = 9,6989700

l sin ST = 9,2996697
gibt ST = 11° 30′

76. Zus. Man setze EV = 90° also VW = 23° 30′ und ES = 89° so ist

l sin E = 9,6006997
l sin ES = 9,9999338

l sin ST = 9,6006335

wo ST zwischen 23° 30′ und 23° 29′ fällt; Eben das müßte herauskommen, wenn man MN für EM = 91° berechnete, da sin MN = sin VT wäre.

77. Zus. Weil die Sonne, die 360° der Ekliptik in 365 Tagen, und also wenn man ihre Bewegung in diesem Kreise gleichförmig setzt, in einem Tage noch nicht 1 Gr. durchläuft, so verändert sich ihre Abweichung um die Sonnenstandspuncte in einem Tage noch nicht um eine Minute, wofern die Schiefe der Ekliptik ohngefähr 23° 30′ ist (73).

78. Aufg. Die Schiefe der Ekliptik zu finden.

Aufl. Sie wird mit der größten Abweichung der Sonne einerley seyn. Nun beobachte man um den Sommerstillstand die zunehmenden Mittagshöhen der Sonne so lange, bis sie wieder abnehmen. Die größte Mittagshöhe wird, mit der Höhe des

Aequa-

Aequators verglichen, die größte Abweichung geben, welche die Sonne an einem dieser Mittage hat (66). Aber die wirkliche größte Abweichung der Sonne könnte sich vor oder nach diesem Mittage ereignen. Doch müßte sie zwischen diesem Mittag und der vorigen oder folgenden Mitternacht fallen, und der Fehler könnte also nicht über eine halbe Minute betragen, wofern man die Abweichung dieses Mittags statt der größten angenommen, daraus die Schiefe der Ekliptik ohngefähr 23° 30′ findet. Genauere Berechnungen zeigen, daß der Fehler, den man bey dieser Annehmung begeht, noch viel weniger beträgt, und also sucht man die Schiefe der Ekliptik aus der größten Mittagshöhe.

Exempel. Die größte Mittagshöhe des Mittelpuncts der Sonne fand sich zu Paris 1738. (Cassini El. de l' Astr. L. II. ch. 4. p. 108.).

	64	Gr. 38	M. 10 S.
Höhe des Aequators daselbst	41	9	50
Schiefe der Ekliptik	23	Gr. 28	M. 20 S.

Wenn man die Mittagshöhen der Sonne, wenn sie sich in jedem Standspuncte (72) befindet, nimmt, und den Unterschied halbiret, so gibt sich ebenfalls die Schiefe der Ekliptik. Dieses Verfahren dürfte in unsern nordlichen Ländern wegen der verschiedentlichen Refraction im Winter und im Sommer unsicherer seyn, als das erste, es kann aber von Beobachtern, die dem Aequator nahe sind, gebraucht werden.

Exempel. Der Herr de la Caille (Lectiones Elementares Astron. §. 309.) fand auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung die Mittagshöhe des Mittelpuncts der Sonne

1751; im Wendekr. des Steinbocks	79°	33′	3″
1752 = = = = = Krebses	32	36	31
Weite der Wendekreise	46	56	32
Schiefe der Ekliptik	23	28	16
oder wegen einer gewissen nöthigen Verbesserung	23	28	20½

79. Anm. Aeltere Beobachtungen geben die Schiefe der Ekliptik fast übereinstimmend nach der Ordnung des Alters gröſſer an als neuere. Die des vorigen Jahrhunderts bestimmen sie 23° 29′ keine der jetzigen über 23° 28′ 40″ (de la Caille a. a. O. 311. §.). Woraus man wohl schliessen darf, sie nehme ab. Die gröſte Schiefe setzt Eratosthenes 230 J. vor der christlichen Zeitrechnung auf 23 Gr. 51 M. 20 S. wiewohl Ricciolius Astr. ref. c. 6. §. 4. f. 19. zu zeigen sucht, er habe sie nur auf 23° 31′ 5″ setzen sollen. Man s. Cassini El. de l'Astr. L. II. ch. 3. p. 103. Gregor. El. Astr. L. II. prop. 19. Wolf El. Astr. §. 165. Ricciolii Almag. Nou. P. I. L. III. c. 27. Weidler histor. Astron. c. V. §. 7. p. 75. Burnet Archaeolog. Philos. L. II. c. 6. Gassend. vit. Peiresc. ad ann. 1636. p. m. 335. de Louville diss. de mutabilitate eclipticae; Act. Erud. 1719. p. 281. Herr Euler sieht als möglich an, daß diese Veränderung der Schiefe nicht von einer ordentlich und beständig wirkenden Ursache, sondern von Kometen herrühre. Theoria mot. Plan. & Comet. p. 98.

80. **Erf.** Wenn man vermittelst eines Uhrwerkes, das eine gleichförmige Bewegung hat (Mech. 145), die Zeit zwischen zween obern Durchgängen eines

Fix-

Fixsternes durch den Mittagskreis (67) mißt, so findet man sie allemahl so groß als die Zeit zwischen ein paar solchen andern Durchgängen eben des Sterns oder eines andern Fixsternes.

81. Erkl. Man heißt diese Zeit einen Sterntag (dies primi mobilis s. fixarum) und theilt ihn in 24 Stunden ein.

82. Erf. Wenn man ein paar Sterne im Aequator beobachtet, von denen einer jetzt im Mittagskreise stehet, der andere nach ihm hinein kömmt, so verhält sich ihre Weite zu 360 Gr; wie die Zeit, welche verstreicht, ehe der zweyte Stern in den Mittagskreis kömmt, zum ganzen Sterntage.

83. Zus. Der Himmel dreht sich um die Weltaxe gleichförmig herum; und die Entfernung eines Sternes vom Mittagskreise (51) verhält sich wie die Zeit, die er braucht, in den Mittagskreis zu kommen. Dieses letztere kann auch durch die Erfahrung bestimmt werden, und daraus folgt ebenfalls der Anfang dieses Zusatzes.

84. Erkl. Daher heißt man den Winkel ZPS (5. Fig.) den Stundenwinkel, und sein Maaß AT den Zeitbogen, den Kreis PT, den Stundenkreis.

85. Zus. Durch die Proportion 360° : AT = 24 Stunden zur vierten Zahl; kann man Bogen des Aequators in Sternzeit, und umgekehrt Sternzeit in Bogen des Aequators verwandeln. Tafeln dieser Art finden sich unter den astronomischen.

86. Erkl. Die Wendekreise (Tropici) sind die Tagekreise der Sonne in den Sonnenstillstandspuncten. Sie heissen, von den Zeichen der Ekliptik, durch deren Anfang sie gehen, der sommerliche, der Wendekreis des Krebses, und der winterliche, des Steinbocks.

87. Erkl. Die Tagekreise, welche die Pole der Ekliptik beschreiben, heissen Polarkreise. Jeder ist also von dem nächsten Weltpole um das Maas der Schiefe der Ekliptik entfernt (G. 52. S. 10 Z.).

89. Erkl. Koluren der Nachtgleichen und der Sonnenstandspuncte (coluri aequinoctiorum & solstitiorum), heissen zweene gröste Kreise, die beyde durch die Weltpole, und einer durch die ersten Puncte, der andere durch die andern gehen.

90. Erkl. Der Thierkreis (Zodiacus) ist ein Streifen am Himmel zwischen zween Kreisen, die mit der Ekliptik auf ihren beyden Seiten parallel gehen, und den Raum bestimmen, innerhalb dessen allemahl die Planeten zu finden sind. Er wird mit der Ekliptik in einerley Zeichen (24) eingetheilet.

91. Anm. Durch Methoden, die künftig werden gelehret werden, findet man, daß die Breite dieses Streifens auf jeder Seite der Ekliptik 5 Grad beträgt.

92. Erkl. Die Ringkugel (sphaera armillaris, materialis) besteht aus dem Aequator; Mittagskreise, Horizont, Koluren, und den Wendekreisen und Polarkreisen gehörig zusammengefügt.

93. Erkl.

93. Erkl. Die gerade Aufsteigung (Ascensio recta) eines Sternes heißt ein Bogen des Aequators von der Frühlingsnachtgleiche oder o ♈ an (71) bis an den Punct, wo der Abweichungskreis (46) in den Aequator schneidet, aber nach der Ordnung der Zeichen (74) genommen.

MK 5. Fig. sey die Ekliptik, und die Figur stelle die Abendseite der Weltkugel vor; so ist ♈T die gerade Aufsteigung; die also bis 360 Gr. wachsen kann.

94. Zus. Der Sonne gerade Aufsteigung ist ET 7. F. (75) die sich also aus E und ES (Sph. Trig. 1. S. 4. Fall) berechnen läßt. Wie man sich zu verhalten hat, wenn sie mehr als einen Quadranten beträgt, wird man leicht finden, wenn man sich die Sache auf der Kugel vorstellen will.

95. Zus. Aus der Mittagshöhe der Sonne findet man ihre Abweichung ST; und aus dieser Beobachtung läßt sich die Länge der Sonne der Bogen ES; oder der Ort der Sonne in der Ekliptik berechnen, wenn E bekannt ist (Sphär. Trig. 1. S. 10. Fall); imgleichen ihre gerade Aufsteigung ET (das. 9. Fall).

96. Zus. Wenn man zweene Tage nacheinander die Mittagshöhen der Sonne beobachtet, findet man, wieviel sich ihre gerade Aufsteigung in dieser Zeit verändert hat.

97. Erf. Diese Veränderung ist nicht zwischen jeden zween nächstfolgenden Mittagen von einer Grösse. Wenn man sucht, wieviel sie zwischen zween

von

von einander entfernten Mittagen, z. E. die ein Jahr von einander entfernt sind, beträgt, und diese ganze Veränderung durch die Zahl der Tage, die verflossen sind, indem sie sich ereignet hat, dividirt, so bekömmt man eine mittlere Grösse der Veränderung von einem Mittage zum andern.

98. Zus. Die Zeit von einem Mittage zum nächsten, der wahre Sonnentag (dies verus); ist soviel länger als ein Sterntag (81), soviel Zeit die Veränderung der Rectascension (97) braucht durch den Mittagskreis zu gehen (38). Der Unterschied zwischen dieser Zeit und dem Sterntage ist nicht allemahl einerley (97), der mittlere Unterschied aber läßt sich daraus bestimmen, daß die Erfahrung vermittelst des Verfahrens in (97) gelehret hat, das mittlere Wachsthum der Rectascension betrage in einem Sterntage 59 Minuten 8 S. 20 T. eines Kreisbogens. Man s. unten 244. Nimmt man an, zwischen zween nächst auf einander folgenden Mittagen wüchse der Sonne Rectascension wirklich soviel, so heißt die Zeit vom ersten dieser Mittage bis zum zweyten, ein mittlerer Sonnentag, und ihre Theile sind mittlere Sonnenzeit (tempus medium).

99. Zus. 1. Man bezeichne die Stunden, Minuten, Secunden, Tertien, Quarten des Sterntages mit H; M; S; 'I; Q; des mittlern Sonnentages mit h; m; s; t; q; Weil sich vom Aequator 360° in 24 H durch den Mittagskreis schieben, so gehöret zu einem Grade $\frac{24\,H}{60} = 4\,M$; und so gibt

eine

eine Minute im Bogen; $\frac{4M}{60} = 4S$, und eine Secunde im Bogen 4 T Zeit, also schiebt sich der Bogen von 59′ 8″ in 3 M 56 S 32 T durch; oder es ist 24 h = 24 H + 3 M + 56 S + 32 T (98). Man findet also nach gehöriger Berechnung, rechter Hand alles zu T und die 24 h zu Quart. gemacht

T = 59 quart 50 quint 10 Sext. 16 Sept. u. s. w.
S = 59 t 50 quart 10 quint
M = 59 f 50 t 10 quart
H = 59 m 50 f 10 t.

und also ist der Sterntag oder

24 H = 24 h − 3 m − 55 f − 54 t = 23 h + 56 m + 4 f.

Hierauf gründen sich berechnete Tafeln, Sternzeit, mittlere Sonnenzeit und Bogen des Aequators in einander zu verwandeln. Wenn man z. E. wissen will, wieviel mittlere Sonnenzeit x; einem Bogen des Aequators = y zugehöret, so sagt man; 360°: y = 23 h + 56 m + 4 f: x.

Ex. Wenn y = 60° findet sich x = 3 h + 59 m + 21 f also für y = 60′ oder 1°. x = 3 m + 59 f + 21 t Ist x gegeben, so läßt sich y finden.

II. Man pflegt die Uhren, die zu Beobachtungen gebraucht werden, so einzurichten, daß sie ohngefähr entweder Sternzeit, oder mittlere Sonnenzeit weisen. Will man das erste thun, so gibt man acht, was für eine Stunde, Minute und Secunde die Uhr beym Durchgange eines gewissen Sterns durch die Mittagsfläche zeigt: zeigt sie eben das beym nächsten Durchgange, so weiset sie Sternzeit;

zeigt

zeigt sie mehr, so geht sie zu geschwind, oder 24 Stunden der Uhr sind kleiner als 24 H und so das Gegentheil, wenn sie weniger zeigt. Man kann machen, daß sie langsamer oder geschwinder geht, nachdem man die Linse an der Pendelstange tiefer herabläßt, oder erhöht, und so sie durch wiederhohlte Versuche zu dem verlangten Gange bringen, wobey aber vorausgesetzt wird, daß man sie während dieser Versuche nicht aufzieht, wofern das Aufziehen ihren Gang störet. Daher bedient man sich hier Uhren, die eine ziemliche Zeitlang z. E. 4 Wochen gehen. Kann man die Durchgänge durch die Mittagsfläche nicht bequem beobachten, so nimmt man ein paar übereinstimmende Höhen eines Sterns (61), bemerkt die Zeit, welche die Uhr bey jeder weiset, zieht die Zeit der Höhe vor dem Durchgange, von der Zeit der Höhe nach dem Durchgange, ab, halbirt den Unterschied und addirt diese Hälfte zur Zeit der ersten Höhe, so hat man die Zeit, welche die Uhr bey des Sterns Durchgange durch die Mittagsfläche wies. Mehr Paare übereinstimmender Höhen eines Sterns in selbiger Nacht müssen immer eben die Zeit des Durchganges geben, oder wenn sich kleine Unterschiede finden, nimmt man aus allen solchen Zeiten ein Mittel. So kann man die folgende Nacht wieder verfahren, und so die Zeiten wissen, welche die Uhr bey zween nächsten Durchgängen weiset.

Soll die Uhr mittlere Sonnenzeit weisen, so muß sie zwischen zween Durchgängen eines Sterns, 23 St. 56 Min. 4 Sec. angeben (I).

III. Die Augenblicke der Beobachtungen, z. E. den Anfang einer Mondfinsterniß u. d. g. giebt man durch Theile des wahren Sonnentages (98), durch wahre Sonnenzeit, an. Man muß also wissen, was die Uhr, den Mittag vor einen solchem Augenblicke, und den Mittag darnach gewiesen hat. Die durch die Uhr angegebene Zwischenzeit, theilt man in 24 wahre Sonnenstunden ein, und muß also die Zeit der Uhr in solche wahre Sonnenzeit verwandeln. Diese Verwandelung kann allemahl so geschehen, wie hier Sternzeit in mittlere Sonnenzeit verwandelt worden, dabey denn die Uhr eine Zeit weisen mag was für eine will, wenn sie nur zwischen diesen beyden Mittagen gleichförmig geht. Exempel werden hier nicht überflüßig seyn. Ich will Stunden der Uhr, und derselben Theile mit h, m, s, die ähnlichen Theile des wahren Sonnentages mit H, M, S. bezeichnen. Gesetzt eine Uhr wiese an einem Mittage 6 h 14 m 6 s

den nächstfolgenden 6 17 50

3 44

Wiese die Uhr beyde Mittage einerley Stunde, Minute und Secunde, so zeigte sie wahre Sonnenzeit: Im Exempel aber, sind ihre 24 Stunden, der Uhrtag, um 3m 44s kürzer als der wahre Sonnentag und man setzte also 24 h + 3 m + 44 s = 24 H woraus sich h, m, s, in H, M, S, ausdrücken liessen. Gesetzt nun eine Begebenheit wäre in der Nacht zwischen diesen beyden Mittagen vorgefallen, da die Uhr 3 h 40 m 45 s gewiesen hätte: So wä-

re

re erst auszumachen, wie lange dieß nach dem ersten Mittage in Zeit der Uhr gewesen ist. Das fände man so: Ehe die Uhr soviel Zeit wiese, müßte sie 12 weisen. Die Zeit, die sie den ersten Mittag wies, von 12 h abgezogen, läßt, wieviel von diesem Mittage verfloß bis sie 12 wies,

das ist	5 h	45 m	54 s
dazu addirt	3	40	45
giebt	9 h	26 m	39 s

für die Zeit vom Mittage bis zu dieser Begebenheit in Theilen des Uhrtages, die man also nun in H, M, S, vermöge der vorhergehenden Verwandlung, ausdrücket.

IIII. Dieß Verfahren ist allgemein, wie auch die Zeit der Uhr von der wahren Sonnenzeit unterschieden seyn mag, daher begnüge ich mich hier damit. Wenn der Unterschied nur Secunden beträgt, kann man statt seiner ein etwas weniger mühsames durch eine Regel Detri brauchen, das der P. Hell Ephemer. anni 1764. Probl. XIII. p. 163. lehrt. Uebrigens wird man hieraus sehen, warum es genug ist, die Uhr nur ohngefähr nach einer gewissen Zeit zu stellen, weil sie doch nicht immer gleichen Gang behalten, und dabey jedesmahl die wahre Zeit zeigen könnte, die man gleichwohl zu wissen verlangt.

V. Die Zeit, welche die Uhr zu Mittage weiset, findet man entweder aus übereinstimmenden Sonnenhöhen, wobey 63 nachzusehen ist, oder aus dem Durchgange durch die Mittagsfläche. Man hat einen Faden in dieser Fläche ausgespannt, und

bemerkt

bemerkt die Zeit des Antritts des vordern und des hintern Sonnenrandes an diesen Faden. Der Unterschied halbirt und zur ersten addirt oder von der letzten abgezogen, giebt die Zeit des Durchganges des Mittelpunctes d. i. des Mittags. Den Gebrauch des Fernrohres hiezu lehret Smith Lehrb. der Opt. III. B. 5. C.

VI. Nun kann man fragen, wie die Zeit, welche man nach der Uhr, auser Mittage fände, mit den Stundenwinkeln (84) der Sonne zusammenhängt. Die Meynung der Frage ist folgende: Wenn man nach III. den Augenblick einer Begebenheit in wahrer Sonnenzeit bestimmt hätte, daraus zu finden, was für einen Winkel mit dem Mittagskreise der Stundenkreis macht, in dem sich die Sonne in selbigem Augenblicke befand.

VII. Wenn die Rede statt der Sonne, und der wahren Sonnenzeit, von einem Fixsterne und von Sternzeit wäre, so verhielte sich dieser Winkel zu 360 Graden, wie die Zeit zu 24 Sternstunden: Und wenn der Winkel α Grade hielte, so müßte die Zeit 4α. M seyn (I). Hier kann α auch einen eigentlichen oder uneigentlichen Bruch bedeuten; Wäre z. E. der Winkel 7 Gr. 5 Min. 8 Sec. $=\frac{7.3600+5.60+8}{3600}$ eines Grades; so wäre $\alpha=\frac{25508}{3600}$

VIII. Die Sonne aber verändert ihre Rectascension beständig; Gesetzt diese Veränderung betrage ζ Grade im ganzen Sonnentage, und η Grade in der Zeit, die sie braucht aus dem Mittagskreise

in den Stundenkreis (VII) zu kommen, so erhellt wie in I, daß der wahre Sonnentag $24H + 4\zeta M$, und die nur genannte Zeit $4\alpha M + 4\eta M$ ist. Oder jener ist $(360 + \zeta).4M$, diese $(\alpha + \eta).4M$. Also verhalten sich beyde wie $360 + \zeta : \alpha + \eta$.

VIIII. Man nimmt aber an, einen Tag über verändere sich die Rectascension gleichförmig, halb so viel im halben Tage als im ganzen u. s. w. Solche gleichförmige Veränderungen nimmt man in kleinen Zeiten allemahl an, wo man das eigentliche Gesetz der Veränderung nicht weiß, weil der Fehler, den man dabey begeht, nicht merklich seyn kann, und weil man sonst solche Veränderungen gar nicht angeben könnte, da z. E. hier aus Beobachtungen nur die Veränderung der Rectascension zwischen zween Mittagen bekannt ist (96).

X. Nach dieser Voraussetzung also verhalten sich der Sonnentag, und die Zeit (VIII) wie $\zeta : \eta$ oder es ist $360 + \zeta : \alpha + \eta = \zeta : \eta$; also (Ar. V. Cap. 34; II.) $360 : \alpha = \zeta : \eta$ oder der Sonnentag und die erwähnte Zeit verhalten sich auch wie $360 : \alpha$.

XI. Weil nun der Sonnentag $= 24 H$ (III) $= 4.360 M$, so ist die oftgenannte Zeit $= 4\alpha . M$. Aus der Mittagsfläche also in einen gegebenen Stundenkreis zu kommen, braucht die Sonne soviel Stunden u. s. w. Sonnenzeit, als ein Stern, Stunden u. s. w. Sternzeit (VII). Z. E. in den Stundenkreis, der mit der Mittagsfläche einen Winkel von 60 Gr. $= 4.15$ Gr. nach Westen zu macht; kömmt die Sonne vier wahre Sonnenstunden Nachmittage,

mittage, und ein Stern vier Sternstunden nach seinem Durchgange durch die Mittagsfläche.

XII. Aus einem östlichen Stundenkreise in die Mittagsfläche zu kommen, braucht die Sonne soviel Sonnenstunden als ein Stern Sternstunden. Wem dieses aus dem vorhergehenden nicht offenbahr genug schiene, der dürfte nur in den bisherigen Schlüssen Mitternacht statt Mittages, und die untere Hälfte des Mittagskreises statt der obern setzen.

100. **Erkl.** Der Bogen des Horizontes zwischen dem wahren Morgen (43) und dem Orte, wo ein Stern aufgeht OS 8. F. heißt des Sterns **Morgenweite** (amplitudo ortiua). Der Bogen zwischen dem wahren Abende und dem Orte des Unterganges die **Abendweite**, der Bogen des Aequators von o♈ nach der Ordnung der Zeichen genommen, bis an den Punct des Aequators, der mit dem Sterne aufgeht, ♈O 8. Fig. die schiefe **Aufsteigung** (ascensio obliqua), und der Bogen des Aequators bis an den Punct, der mit dem Sterne untergeht, die schiefe **Absteigung** (descensio obliqua) der **Unterschied beyder Aufsteigungen** (100; 93) differentia ascensionalis. OT 8. F. der Bogen AT 5. F. für den Stern im Horizonte, der **halbe Tagebogen** (arcus semidiurnus). (Die Buchstaben 5; 8. F. bedeuten einerley).

101. **Zus.** Der letztere ist das Maaß der Zeit, das der Stern braucht, vom Aufgange in den Mittagskreis zu kommen. Diese Zeit verdoppelt, gibt

den Aufenthalt des Sterns über dem Horizonte (moram super horizonte).

102. Aufg. Aus der Polhöhe, und eines Sternes Abweichung seinen halben Tagebogen zu finden.

Aufl. Dieses ist ein besonderer Fall von (54) da nähmlich die Höhe $=o$; und im Dreyecke ZSP die Seite ZS ein Quadrant wird, daß man also nach Sph. Trig. 1. S. 12. Z. verfahren kann. Es sind nähmlich hier im Dreyecke PSR; die Seiten PR; PS; nebst dem rechten Winkel bey R gegeben; daher man den Winkel SPR folgendergestalt findet (Sph. Trig. 1. S. 12. Fall) $r : \cot PS = tPR : \cos SPR$.

Der gesuchte halbe Tagebogen ist des Winkels SPR Ergänzung zu 180 Gr; und also stumpf oder spitzig; nachdem dieser Winkel spitzig oder stumpf ist. Der Winkel aber ist spitzig, wenn sein Cosinus bejaht ist, d. i. wenn die beyden mittlern Glieder der Proportion bejaht sind. Nun wird die Polhöhe allemahl so verstanden, daß sie einen Quadranten nie überschreitet, also ist tPR allemahl bejaht. Aber PS ist die Weite des Sterns vom Pole P; und also bejaht oder verneint, nachdem der Stern unter oder über 90 Gr. davon entfernt, d. i. auf einer Seite des Aequators mit diesem Pole, oder auf der entgegengesetzten ist. In jenem Falle also ist der halbe Tagebogen stumpf, in diesem spitzig.

Er-

Ex. Man verlangt den halben Tagebogen für die Sonne, wenn ihre nördliche Abweichung 23°; 30′ ist, und für die Polhöhe 51° 30′ so ist PS = 90° − (23° 30′) also

l cot PS = 9,6383019
l tPR = 10,0993948

l cos SPR 9,7376967 = l cos 56° 52′

180

halber Tagebogen = 123 8

102. Zus. Diesen Bogen verwandelt man folgendergestalt in mittlere Sonnenzeit

120° geben	7 h	58 m	42 s
3		11	58
8′			31 53 t
Summe	= 8 h	11 m	11 s 53 t

Die halbe Länge des längsten Tages ist also unter dieser Polhöhe ohngefähr 8 Sonnenstunden 11 Min. und also der längste Tag 16 St. 22 M. lang.

103. Zus. Die Länge der Nacht bleibt übrig, wenn man die Länge des Tages von 24 h abzieht, und ist also 7 h 38 m.

Von den Stellen der Fixsterne.

104. Aufg. Wenn die Stelle eines Fixsternes am Himmel bekannt ist, die Stelle jedes andern durch Beobachtung zu bestimmen.

Aufl. Die Stelle eines Fixsternes ist durch seine Abweichung und gerade Aufsteigung bestimmt. Die erste findet sich für jeden Fixstern unmittelbar aus der Mittagshöhe (66), oder mittelbar aus dem Unterschiede der Mittagshöhen zweener Sterne, von denen man des einen Abweichung weiß. Die andere zu finden, beobachte man die Zeit zwischen beyder Sterne B; S; 5. Fig. Durchgängen durch den Mittagskreis; aus ihr läßt sich der Bogen des Aequators TE finden, welche den Unterschied ihrer Rectascensionen bestimmt (99), weiß man also des Sterns S Rectascension ♈T, so weiß man auch des Sterns B Rectascension ♈E. Dieser Unterschied der Rectascensionen läßt sich unmittelbar finden, wenn man beyde Sterne nach einander durch die Mittagsfläche gehen sieht, oder mittelbar, wenn man für jeden Stern verschiedene Paare zusammengehöriger Höhen (61) sucht, aus dem Unterschiede zwischen den ihnen zugehörigen Zeiten ein Mittel nimmt, und so die Zeit sucht, wenn jeder Stern durch die Mittagsfläche gegangen ist. Die letztere Art zieht Herr de la Caille der erstern vor. Astronomiae fundam. nouiss. solis & stell. obs. stabilita &c. P. II. p. 25. Vermuthlich weil er keinen Quadranten, der in der Mittagsfläche fest stund, zu seinem Gebrauche hatte. Dergleichen Mauerquadrant ist sonst zu solchen Beobachtungen sehr bequem. Tycho de Brahe hat ihn zuerst gebraucht. Wenigstens heißt der Mauerquadrant bey ihm Quadrans Tychonicus. Astron. instaur. mechanica A. 6. Den zu Greenwich beschreibt Smith Lehrbegr. der

Opt.

Opt. 3. B. 7. C. Der auf der Göttingischen Sternwarte ist völlig eben so beschaffen.

105. Zus. Die Rectascension eines Sternes wird gefunden, wenn man den Unterschied zwischen seiner Rectascension und der Rectascension der Sonne auf einen gewissen Tag sucht; Die letztere läßt sich für den Mittag aus (95) finden, und man darf also nur die Zeit bemerken, wie lange der Stern vor oder nach Mittage durch die Mittagsfläche geht.

106. Zus. In dem Dreyecke BPS ist der genannte Winkel der Unterschied der Rectascensionen der Sterne S; B; und die Schenkel, die ihn einschliessen, sind die Ergänzungen ihrer Abweichungen: die Seite SB aber ist ihre Weite; wenn also von diesen vier Dingen drey gegeben sind, läßt sich das vierte durch die sphärische Trigonometrie finden.

107. Erkl. Der Breitenkreis eines Sterns S 9. F. heißt ein Kreis, der durch ihn auf die Ekliptik MK senkrecht, und also durch ihren Pol F gelegt ist. Dieses Kreises Bogen GS zwischen der Ekliptik und dem Sterne heißt des Sternes Breite (latitudo); und der Bogen ϒG seine Länge (longitudo).

108. Zus. Wenn die Weltkugel so steht, daß sich die Pole der Ekliptik im Mittagskreise befinden, wie die Figur vorstellt; so sind des Mittagskreises Pole in den Puncten der Nachtgleichen ((B. 50. S. 3. Z.), weil alsdenn Aequator und Ekliptik auf dem Mittagskreise senkrecht stehen; also ist

VD ein Quadrant. Es ist aber hier verstattet diese Lage anzunehmen, weil sich durch die Herumdrehung der Weltkugel die Lage der Fixsterne gegen den Aequator und die Ekliptik nicht ändert.

109. Aufg. Aus der Rectascension und Abweichung die Länge und Breite zu finden.

Auflösung. Im Dreyecke PFS; ist PF die Weite der Pole des Aequators und der Ekliptik gegeben (87), imgleichen PS die Ergänzung der Abweichung, und der Winkel SPF; weil sein Maaß TD, durch die bekannte Rectascension und den Quadranten (108) gegeben ist. Also findet man die Seite SF; die Ergänzung der Breite; und den Winkel PFS, dessen Maaß MG durch einen Quadranten und die Länge gegeben ist (Sph. Tr. 10. S. 9. und 10. Fall). In die verschiedenen Fälle, die hier nach der verschiedentlichen Lage des Sternes vorkommen, wird man sich leicht finden, wenn man sich solche gehörig vorstellt.

110. Anm. Man braucht die Längen und Breiten vornehmlich bey den Planeten und den Fixsternen des Thierkreises zu wissen, denen die Planeten nahe kommen können (90).

111. Zus. So lassen sich also Verzeichnisse der Fixsterne (catalogi fixarum) nach ihren Stellen durch die Rectascensionen und Abweichungen, und durch die Längen und Breiten bestimmt machen. Die vornehmsten, die bisher bekannt geworden sind, erzählet Gregor. El. Astr. L. II. pr. 29. Noch etwas vollkommeneres hat hierinnen der Fleiß neuerer

Stern-

Sternkündiger, besonders des Herrn de la Caille und des seel. Pr. Mayers allhier zu leisten gesucht. Von dem ersten ist ein solches Verzeichniß bekannt gemacht worden; Fundamenta Astron. nouiss. solis & stellar. obseru. stabilita P. IIII. art. V. p. 233. sequ. Der letztere hat vermittelst des Göttingischen Mauerquadrantens (104) ein Verzeichniß der Zodiacalsterne (90) verfertiget, welches sich noch unter den ungedruckten Abhandlungen der Kön. Ges. der Wiss. befindet.

112. Anm. Damit man die Firsterne besser kennen lernen kann, sind sie schon von den Alten in Sternbilder (asterismos) eingetheilet worden, deren Benennungen sich grösstentheils auf die Erdichtungen der heydnischen Götzenlehre beziehen. Ausser den zwölf Gestirnen des Thierkreises, gibt es nordliche und südliche. Die nordlichen sind; die beyden Bäre, der Drache, Cepheus; Hirte (Bootes), die nordliche Krone, der Herkules, die Leyer, der Schwan, Cassiopea, Perseus, Andromeda, die beyden Dreyecke, der Fuhrmann, Pegasus, das kleine Pferd, der Delphin; der Pfeil, der Adler; der Schlangenträger (Ophiuchus) Antinous; das Haar der Berenice. Die südlichen sind: Der Wallfisch, der Fluß Eridanus, der Haase, Orion, beyde Hunde, das Schiff Argo, die Wasserschlange (Hydra), der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone, der südliche Fisch, der Phönix, der Kranich, der Indianer, der Pfau, die Biene, das südliche Dreyeck, der fliegende Fisch, die amerikanische Gans, die Wasserschlange, der Goldfisch (Dorado). Die letzten funfzehen, und des Schiffes des Centaurs und des Wolfs grösten Theil sieht man bey uns nicht (wegen 67). Sie sind bekannt worden, seitdem man jenseits des Aequators geschifft hat, und Halley hat sich vornehmlich Mühe gegeben, ihre Stellen zu bestimmen, welches der Herr de la Caille neuerlich vollkommen

geleistet hat. S. s. Astronomiae fundamenta nouiss. obseru. stabilita P. IIII. art. 5.

113. Anm. Die kenntlichsten Fixsterne haben die Alten schon längst in die genannten Sternbilder gesammlet, obwohl vielleicht zu verschiedenen Zeiten, wie denn z. E. der Antinous ein ziemlich neues Sternbild ist; Man s. des seel. Hofr. Geßners Abh. de deo bono puero phosphoro Comm. Soc. sc. Goetting. T. IIII. Es sind auch die Nahmen vieler Gestirne und die Gestalten, die man sich bey ihnen eingebildet, auf dem Wege verändert worden, den die Kenntniß der Sterne aus den Morgenländern zu den Griechen genommen. Die Bäre sind ohne Zweifel vordem was anders gewesen, da ihr Hirte Bootes heißt. Wage, Krebs, Steinbock, haben offenbahr ihre Nahmen von Begebenheiten, die sich ereignen, wenn die Sonne sich in den Theilen der Ekliptik befindet, wo diese Gestirne vormahlen gestanden haben. Diese längst bekannte Anmerkung hat der Herr Abt Pluche in s. Histoire du Ciel durch alle himmlische Zeichen durchzuführen versucht. Das Buch ist eine Probe von dem systematischen Geiste, auf den sich die Franzosen soviel zu gute thun, der so oft für ein System einen Roman erfindet. Einige kleinere Sterne sind von den Alten zerstreuet gelassen worden, ohne sie in gewisse Sternbilder zu ordnen (sporades, informes); die Neuern aber haben solches mit verschiedenen derselben vorgenommen. So haben: Hevel, (Prodr. Astr. Cap. 7. p. 114.) die Jagdhunde Asterion und Chara, die Eydexe, den kleinen Löwen, den Luchs, den Sextanten, das sobieskische Schild, den kleinen Triangel, den Fuchs mit der Gans, den Cerberus, den Berg Mönalus; Halley die Königliche Eiche, Kirch die sächsischen Churschwerter, an den Himmel gesetzt.

114. Anm. Sonst hat man die einzelnen Sterne in jedem Gestirne nach ihrer Lage mühsam beschreiben müssen, wenn man von ihnen reden wollte. Baier hat in s. Vranometria jeden mit einem griechischen Buchstaben bezeichnet; und darnach benennen sie noch jetzt alle ausländische

Sterne-

Sternkundiger. Es ist daher ungereimt, daß Doppelmayer in seinen Sterneharten, die sonst Anfängern dienlich sind die Sterne kennen zu lernen, statt dieser Buchstaben andere gebraucht hat.

115. Anm. Einige Sterne haben eigene Nahmen erhalten. Dergleichen sind: Arctur zwischen den Füssen des Bootes; der helle (lucida) oder der Edelstein in der nordlichen Krone; die Ziege mit den Jungen, auf des Fuhrmanns Schulter. Das Auge des Stiers (palilicium), die Hyades auf der Stirne, das Siebengestirn (pleiades), auf dem Halse des Stiers, Castor und Pollux in den Köpfen der Zwillinge, die Krippe und der Esel im Krebse; Regulus oder das Löwenherz die Kornähre in der Hand, und Vindemiatrix auf der Schulter der Jungfer, Antares oder das Scorpionherz, Fomahant im Munde des südlichen Fisches: Regel im Fusse Orions, Sirius oder der Hundsstern; Alcor oder der Reuter; ein Sternchen gleich über dem mittlern im Schwanze des grossen Bäres; der Polarstern, der äusserste im Schwanze des kleinen Bäres.

116. Anm. Die Erdichtungen der Griechen und Römer von den Sternbildern lieset man beym Hygin im poetico Astronomico und Natalis Comes in Mythologia; Ricciolius Alm. nou. l. 6. c. 3. hat sie zusammengezogen. Einige haben sich daher ein Gewissen gemacht, die heydnischen Nahmen der Sternbilder zu brauchen, und Schiller hat in s. coelo stellato christiano den ganzen Himmel mit biblischen und seiner Religion gemässen Bildern besetzt. Weigel aber, in coelo heraldico, die Wapen grosser Herren an den Himmel zu bringen gesucht. Da man doch die Bilder der Alten muß kennen lernen, so ist diesen Unternehmungen der Beyfall verdientermassen versagt worden. Daß Weigel im Himmelsspiegel 23. u. f. S. allerley erbauliche Betrachtungen bey den Sternbildern anbringt, und z. E. durch die, welche nie bey uns aufgehen, Laster andeutet. die bey Christen nicht sollen gesehen werden, das könnte man noch eher dem Geschmacke der vorigen Zeiten

ten zu gute halten, der Witz mit Andacht zuweilen auf eine nicht allzugeschickte Art verband, ein Verfahren, das oft noch weniger ungereimt und allemahl weniger zu tadeln war, als wenn der französische Geschmack unserer Zeiten, Witz und Religion einander entgegen setzt.

117. Anm. Die Sterne werden in sechs verschiedene Grössen eingetheilt, die Eintheilung aber hat nicht vollkommen bestimmte Gränzen. Neblichte heißt man, die wie helle Wölkchen am Himmel aussehen; das Fernrohr entdeckt, daß sie meistens Haufen kleiner Fixsterne sind, die das blosse Auge nicht einzeln empfindet. Es gibt aber auch welche, die durch das Fernglas noch so aussehen, wie sie dem blossen Auge vorkommen. Vielleicht bestehen sie aus Sternen, die zu klein oder zu weit von uns sind, als daß sie uns auch das Fernrohr einzeln empfindlich machen könnte; vielleicht sind es unförmliche Lichtklumpen. Die letzte Möglichkeit hat der Herr von Maupertuis in s. discours sur la figure des astres angegeben. In der Milchstrasse sieht man überall durch das Fernrohr kleine Sternchen, und dergleichen erscheinen in Menge an verschiedenen Stellen des Himmels. Sie heissen fixae telescopicae. Hugens Fernrohr mit drey Gläsern (Dioptr. 92.) ist bequem für sie zu gebrauchen.

118. Anm. Man hat neue Fixsterne an Oertern, wo vorhin keine waren, gesehen. Der bekannteste hievon ist in der Cassiopea vom Anfange des Novembers 1572. bis in den März 1574. erschienen; v. Tychonis de Brahe Progymnasmata Astronomica L. I. p. 314. Gegentheils sind einige verschwunden. Andere, wie der wunderbare (mirabilis) im Schwane, sind zu manchen Zeiten sichtbar, zu manchen unsichtbar, welches Bullialden veranlaßt hat, sie für halbe Sonnen zu halten.

119. Anm. Die künstliche **Himmelskugel** stellt die Fixsterne in ihren gehörigen Lagen, nebst den (92) genannten Kreisen vor. Ihr Gebrauch ist aus dem vorhergehenden leicht zu begreifen, wenn man einige mündliche Anleitung dazu bekömmt, und verschiedene Schriftsteller haben eigene Bücher davon abgefaßt.

Vom

Vom Sonnenjahre.

120. Aufg. Die Grösse des Sonnenjahres genau zu bestimmen.

Aufl. Es kömmt darauf an, zwo Zeiten zu bestimmen, bey denen die Sonne gegen uns genau einerley Stand am Himmel zu haben scheinet. Die Zwischenzeit ist die Grösse des Sonnenjahres. Dieses hat man durch mehr als einerley Verfahren zu erhalten versucht, da eines vor dem andern, an der Bequemlichkeit und Richtigkeit, die sich dadurch erreichen läßt, einen Vorzug hat. Hier ist eines davon: Man beobachte in einem Jahre die Mittagshöhe der Sonne auf einen gewissen Tag, und suche das folgende Jahr einen Tag zu bemerken, da die Sonne eben die Mittagshöhe hat. Träfe dieses genau zu, so wäre die Zeit zwischen diesen beyden Mittagen das Sonnenjahr. Da es aber nicht zutrifft, so sucht man zweene Tage, da an dem einen die Mittagshöhe kleiner, an dem andern grösser ist, als die im vorigen Jahre war. Diese drey Mittagshöhen mögen, wie sie ihrer Grösse nach folgen, in der 10. F. Hk; Hl; Hm; seyen; Hl ist die vom vorigen Jahre. Nun kömmt ihre Veränderung nur auf die Veränderung der Abweichung der Sonne an, die von A gerechnet wird; denn man nimmt an, daß sich die Höhe des Aequators indessen nicht verändert habe; die Abweichung im ersten Jahre war Al; und jetzo findet man zwo Abweichungen Ak; Am, zwischen welche jene fällt. Also sucht man nur, wie lange die Sonne Zeit braucht,

nachdem

nachdem sie die Abweichung Ak gehabt hat, die Abweichung Al zu erreichen. Hier nimmt man nun, daß sich in so kurzen Zeiten die kleinen Veränderungen der Abweichungen wie die Zeiten verhalten; und sucht also nach der Regel Detri die vierte Zahl, zu km; kl; und 24 Stunden; diese Zeit zu der Zahl von Tagen zwischen dem Mittage des vorigen Jahres und dem ersten des jetzigen addirt, gibt die genaue Grösse des Sonnenjahres.

Exempel. Man fand zu Paris (Cassini El. de l'Astr. L. II. ch. 10. p. 205.)

d. 20 März 1716; Hk = 41° 27′ 10″
21 1715 Hl = 41° 33
21 1716 Hm = 41 51

also kl = 5′ 50″ und km = 23′ 50″; Aber die Regel Detri $23\frac{5}{6} : 5\frac{5}{6} = 24$ St. gibt 5. St. 52 M. 27 S. also das Sonnenjahr 365 Tage 5 St. 52 M. 27 S.

121. Zus. Man wählt zu dieser Beobachtung die Zeiten um die Nachtgleichen, weil sich da die Abweichung der Sonne am stärksten verändert.

122. Anm. Die Sache genauer zu haben, nimmt man Beobachtungen, die viele Jahre von einander entfernt sind; ihr Gebrauch aber läßt sich hier noch nicht erklären.

123. Zus. Wenn man auf diese Art die Zeiten zu bestimmen sucht, welche zwischen zween einander nächsten Eintritten der Sonne in einerley Punct der Nachtgleiche, oder des Sonnenstandes verfließt, so hat man dadurch Bestimmungen des Sonnenjahres; Man s. Caßini a. a. O. und Gregor. El.

Astr.

Astr. L. III. Pr. 10. 11. 12. Aus Vergleichung vieler Beobachtungen schließt Cassini a. a. O. 250. S. das mittlere Sonnenjahr 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 54 Secunden.

Von der eigenen Bewegung der Fixsterne.

124. Erf. Die Breite der Fixsterne bleibt, so lange man Beobachtungen hat, ungeändert, die Länge aber, die Rectascension, und Abweichung ändern sich, und zwar auf die Art, als ob die Ekliptik mit allen Sternen ihre Lagen gegen einander nicht änderte, aber der Frühlings-Punct der Ordnung der Zeichen entgegen rückte; Eine offenbahre Probe hievon ist, daß die Gestirne, welche die Nahmen der zwölf Zeichen (74) führen, jetzo nicht in den gleichnahmigen Theilen der Ekliptik stehen, sondern jedes ohngefähr 30 Gr. vorwärts; die Sterne des Widders nähmlich nicht in dem Zwölftheile, das dem Frühlingspuncte am nächsten ist, sondern in dem zweyten, das den Nahmen des Stiers führet, u. s. w. Die Vergleichung alter und neuer Beobachtungen zeigt, daß dieses Wachsthum der Länge ohngefähr jährlich 50 Sec. oder in 72 Jahren 1 Gr. beträgt.

Exempel. Die Kornähre der Jungfer setzt (Cassini El. de l'Astr. L. I. ch. 3.)
Hipp. 128 J. vor Anf. d. christl. Zr. in 24° ♍
Cassini 1737 J. nach A. d. ch. Zeitr. in 20° 11′ 45″ ♎

Aenderung in 1865 Jahren	26° 11′ 45″
in einem Jahre	50″ 32‴

Andere

Andere Beobachtungen geben etwas andere Grössen, und da die Beobachtungen der Alten in Kleinigkeiten nicht zuverläßig, neuere aber, eine so langsame Aenderung zu bestimmen, nicht zulänglich sind, so nimmt man aus vielen das erwähnte Mittel.

125. Anm. Man wird hieraus verstehen, was das **Vorrücken der Nachtgleichen** (praeceſſio aequinoctiorum) und der **Unterschied unter den gestirnten und ungestirnten Zeichen** (aſterisſmi & dodecatemoria), sagen wolle. Die letztern werden allemahl gebraucht, die Längen der Sterne anzugeben. Wegen dieser Veränderungen kann man in den Verzeichnissen der Fixsterne (111) die Stellen derselben nur für eine gewisse Zeit angeben, daraus sie für jede andere Zeit müssen berechnet werden.

Von den verschiedenen Lagen der Sterne gegen die Sonne.

126. Erkl. Ein Stern geht der **Welt** (cosmice) auf oder unter, wenn er bey Aufgange der Sonne auf- oder untergeht. Der Auf- oder Untergang zu **Anfange der Nacht** (ortus v. occaſus acronyctus) heißt, wenn ein Stern beym Untergange der Sonne auf- oder untergeht. Wenn die Sonne bisher so nahe bey ihm gestanden hat, daß man ihn vor ihrem Lichte nicht hat sehen können, und wenn sie jetzo weit genug von ihm wegrückt, daß man ihn am Horizonte vor ihrem Aufgange oder nach ihrem Untergange sehen kann, so geht er heliace auf; oder heliace unter, wenn er wegen der Annäherung der Sonne unsichtbar zu werden anfängt.

127. Anm.

127. **Anm.** Man ist auf diese Bemerkungen durch die jährliche Bewegung der Sonne geführt worden, welche dadurch auch jemanden, der mit keinen astronomischen Werkzeugen beobachtet, sinnlich wird (38. u. f.). Sie dienten also, zumahl vor Alters, ehe man Kalender wie jetzo gemein machen konnte, die Jahreszeiten zu unterscheiden. Man findet sie zu dieser Absicht in alten Kalendern angezeigt, und von den Schriftstellern, welche die Landwirthschaft gelehret haben, imgleichen Dichtern gebraucht; denn die alten Dichter hatten bey vielen andern Vorzügen vor den neuern witzigen Köpfen auch den, daß sie noch mehr Schönheiten der Natur kannten als den Wein und die Mägdchen.

128. **Anm.** Wenn man die hieher gehörigen Stellen der Alten recht verstehen will, so muß man auf das Fortrücken der Nachtgleichen (125) acht haben, auch zuweilen daran denken, daß besonders die römischen Schriftsteller, unter denen uns eben keine grossen Mathematikverständigen bekannt sind, oft die Griechen mögen ausgeschrieben haben, ohne auf den Unterschied der Polhöhen acht zu geben. (Henischius Comm. in Sphaer. Procli, p. 204. sqq.).

129. **Erkl.** Der Sehungsbogen (arcus visionis), ist die geringste Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, bey welcher ein Stern sichtbar ist.

130. **Zus.** Er wird nach der verschiedenen scheinbaren Grösse der Sterne, und der Stärke ihres Lichtes unterschieden seyn.

131. **Aufg.** Den Sehungsbogen für einen gegebenen Stern zu finden.

Aufl. Man beobachte die Zeit, wie lange die Sonne untergegangen seyn muß, ehe man den Stern zuerst sehen kann. Aus ihr berechne man die Tiefe der Sonne in diesem Augenblicke eben wie

nach (55) aus der Polhöhe und dem Stundenwinkel die Höhe berechnet wird. Die Zeit nähmlich, die nach dem Untergange der Sonne verflossen ist, muß hier zu der halben Tageslänge addirt werden.

132. Anm. Wegen der veränderlichen Reinigkeit der Luft, der verschiedenen Schärfe der Augen, u. a. Umstände wird hier nicht allemahl für einen Stern einerley herauskommen. So setzt Ptolomäus den Sehungsbogen für den Jupiter und Merkur 10 Gr. und Hevel nur 3 Gr. Die Venus, welche man zuweilen gar bey Tage sieht, hat Hevel in einer Höhe von $5\frac{1}{2}$ Gr. gesehen, da die Sonne 2 Gr. tief stand. Thümmig Erl. merkw. Begebenh. 9. Art. Unter was für Umständen der Glanz der Venus am stärksten wird, und sie selbst bey Tage sichtbar machen kann, hat Herr Kies untersucht. Mem. de l' Acad. de Pr. 1750. p. 218.

133. Erkl. Die Dämmerung (crepusculum) heißt die Helligkeit die Morgends und Abends vor dem Aufgange der Sonne schon entstehet, oder nach ihrem Untergange noch einige Zeit übrig bleibt.

134. Zus. Weil sie uns die kleinsten und unkenntlichsten neblichten Sterne verbirgt, so kann man dieser Sehungsbogen für die Gränze der Dämmerung annehmen. Aus (131) findet man ihn 18 Gr.

135. Anm. Diese Tiefe von 18 Gr. erreicht die Sonne nach ihrem verschiedenen Stande in der Ekliptik in mehr oder weniger Zeit. Dieses hat die Aufgabe von der kürzesten Dämmerung veranlaßt, von der man Lulofs Einl. zur Kenntn. der Erdkugel 567. §. und meinen Zusatz nach 574. §. nachlesen kann.

Von

Von der Strahlenbrechung.

136. Lehrs. Ein Strahl SB 11. F., der von einem Sterne S gerade fortgeht, und die obere Fläche unserer Dunstkugel in B erreicht, wird darinnen so gebrochen, daß er nach einer krummen Linie BMO in das Auge O kömmt. Diese Linie liegt in derjenigen Scheitelfläche des Beobachters O, welche durch den Stern S geht.

Bew. C sey der Mittelpunct der Erde, der Kreis mit CO ihre Oberfläche, CZ die Scheitellinie; der Kreis mit CB die oberste Fläche der Dunstkugel, die mit der Erde concentrisch ist (Aer. 26.). Man nimmt an, daß der Himmelsraum über dieser Oberfläche mit viel dünnerer Materie ausgefüllt sey; Also wird der Strahl SB beym Eingange in die Luft nach dem Neigungslothe CB gebrochen (Dioptr. 15.). Weil aber die Luft nach der Erde zu immer dichter wird (Aer. 26), so erfolget dergleichen Brechung in jeder Stelle, wo der Strahl durchgehet. Man beschreibe mit willkührlichen Halbmessern CM; Cm, ein paar Kreise; diese werden eine Schicht Luft zwischen sich enthalten, die man durchaus gleich dichte annehmen kann, wenn der Unterschied dieser Halbmesser unendlich klein ist; und diese Schicht wird um etwas unendlich geringes dichter als die nächste darüber, und dünner als die nächste darunter seyn. Der Strahl also, der bey M in sie kommt, wird nach den Perpendikel CM zu gebrochen, und die Lage Mm bekommen;

daß Mm ein Element einer krummen Linie BMmO ist, die aus dieser Brechung in jeder Schicht entstehet. Dieses Element aber liegt in der Ebene der Brechung (Dioptr. 7.), und diese Ebene enthält allemahl das Neigungsloth, und folglich den Mittelpunct C; imgleichen das vorhergehende Element als den einfallenden Strahl; also liegen alle Elemente in einer einzigen Ebene, die den Mittelpunct enthält, und weil in dem ersten einfallenden Strahle SB der Stern, in dem letzten gebrochnen, das Auge O ist, so liegt die ganze krumme Linie in einer Ebene durch den Mittelpunct, das Auge, und den Stern; folglich in einer Ebene durch CO und den Stern; und jede Ebene durch CO ist eine Scheitelfläche.

137. Anm. Diese krumme Linie läßt sich nicht zuverlässig bestimmen, weil das Gesetz unbekannt ist, nach dem sich die Dichte der Luft verändert (Aer. 65.). Man s. von ihr Lehrbegr. der Opt. 252. u. f. Anm. über das 1. B.

138. Zus. Der Stern scheinet in der Tangente OT zu stehen, nach welcher das Licht von ihm ins Auge kömmt.

139. Zus. Also sieht ihn das Auge unter einer kleinern Entfernung ZOT vom Zenith, als es ihn durch einen ungebrochenen Strahl sehen würde. Dieser ungebrochene Strahl nähmlich würde mit SB parallel, also wie die Linie OV, können angenommen werden, wenn der Stern sehr weit von uns wäre. Ist aber auch der Stern in einer bestimmten Entfernung von der Erde, so ist der Winkel SOZ doch allemahl grösser als TOZ weil die krumme

me Linie BMO wegen der beständigen Brechung nach dem Perpendikel, gegen C hohl werden, und die Tangente zwischen sie und die Scheitellinie fallen muß.

140. Zus. Durch die Strahlenbrechung erscheinen die Sterne höher, als sie ohne dieselbe erscheinen würden, und man kann also die wahre Höhe von der, welche durch die Strahlenbrechung erscheinet, unterscheiden. Jene wäre für einen unendlich entlegenen Stern HOV, diese HOT, wenn HO der Horizont ist.

141. Zus. Wenn HOV kleiner ist, so fällt SB schiefer auf, und wird also stärker gebrochen. Daher ist der Unterschied zwischen beyden Höhen desto grösser, je kleiner eine, und folglich auch die andere ist. Gegentheils geht ein Strahl, der nach der Richtung ZD auf die Atmosphäre fiele, ungebrochen durch, oder im Scheitel gibt es keine Strahlenbrechung, und vom Scheitel nach dem Horizonte nehmen die Strahlenbrechungen immer zu. Ob der Stern in der Linie BS weit oder nahe ist, darauf kömmt nichts an, weil sich die Brechung nur nach der Schiefe richtet, unter welcher der Strahl auffällt.

142. Anm. Daher sehen Sonne und Mond am Horizonte länglicht-rund aus. Der untere Rand wird durch die stärkere Brechung mehr erhoben als der obere; und scheinet also ihm näher; der verticale Durchmesser des Gestirnes wird solchergestalt verkürzt, und der horizontale bleibt ungeändert.

143. Zus. Man suche ein paar Sterne aus, von denen einer gleich aufgeht, wenn der andere über ihn in einem Scheitelkreise durch beyde erhoben ist: So wird in diesem Falle ihre Weite mit des andern Höhe einerley seyn. Nun messe man ihre Weite wieder, wenn sie nahe bey der Mittagsfläche sind, und die Brechung also ihre scheinbaren Stellen weniger ändert; der Unterschied zwischen beyden Weiten wird ohngefähr soviel betragen, als der unterste Stern bey der ersten Beobachtung im Horizonte ist durch die Brechung erhoben worden; soviel als die Horizontalrefraction beträgt. Man setzt hier nähmlich die Brechungen, des obersten Sterns bey der ersten Beobachtung, und eines wie des andern bey der zweyten, aus den Augen.

Ex. An einem Orte sieht man das Löwenherz in einem Scheitelkreise aufgehen, in welchen die Aehre diesen Augenblick 34 Gr. 30 M. erhoben ist. Ihre Weite aber bey dem Mittagskreise findet sich 35 Gr. 2 M. Also steht bey der ersten Beobachtung das Löwenherz in der That noch über 30 M. unter dem Horizonte; und man kann also die Horizontalrefraction einen halben Grad groß annehmen.

144. Anm. Kepler Epit. Astr. Copern. L. I. Part. 3. p. 61. führt dieses Exempel so an, daß man schliessen kann, es rühre vom Tycho her. Man wird sich auch mit der Himmelskugel leicht versichern können, daß es auf den uraniburgischen Horizont paßt, wo Tycho beobachtet hat. S. meine Anm. zu Lulofs Kenntn. der Erdk. 466. §. Dieser Sternkündiger ist sonst der erste gewesen, welcher die Strahlenbrechung auf eine der Richtigkeit näher kommende Art in Betrachtung gezogen hat. Die Alten haben

sie

sie entweder gar beyseite gesetzt, oder sich von ihr ganz unrichtige Begriffe gemacht. Tycho hat das nach ihm entdeckte Gesetze nicht gewußt, daß sie blos auf die verschiedene Schiefe des einfallenden Strahls ankömmt, daher er sie bey der Sonne anders als beym Monde angesetzt, und über 45 Gr. nicht in Betrachtung gezogen, vermuthlich, weil seine Werkzeuge ihm ihre kleinern Wirkungen alsdenn nicht angaben. Progymn. L. I. p. 79. und 91.

145. Anm. Ein merkwürdiges Exempel der horizontalen Strahlenbrechung ist, daß Niederländer, die 1597. in Novazembla überwinterten, die Sonne viel Tage eher sahen, als sie solche sehen sollten. S. Lulofs Kenntn. der Erdk. 456. §. Etwas ähnliches findet sich schon in Lappland, und ist vom Könige in Schweden Carl XI. 1694. zu Torneo betrachtet worden. S. Refractio solis inoccidui cet. Holm. 1696.

146. Anm. Die Strahlenbrechung zeigt uns die Sonne ohngefähr des Morgens soviel eher und des Abends soviel länger, soviel ihr scheinbarer Durchmesser, der ohngefähr 30 M. beträgt, Zeit braucht, über den Horizont hinauf oder hinunter zu steigen.

147. Zus. Aus der Mittagshöhe eines Sternes, der dem Zenith nahe kömmt, und also da wenig Brechung leidet, finde man seine Abweichung (66, und daraus berechne man seine Höhe auf eine gegebene Zeit (55), diese mit der beobachteten verglichen, gibt die Refraction für die beobachtete scheinbare Höhe. So läßt sich eine Tafel für die Refractionen wenigstens so weit verfertigen, als sie groß genug sind, durch die Werkzeuge, die man hiebey braucht, bemerkt zu werden.

147. Anm. Die Sternkündiger bedienen sich, die Refractionen zu berechnen, einer gewissen Hypothese, da sie sich die Luft in Schichten von veränderlicher Dichte (136)

getheilt vorstellen, und die Aenderung bestimmen, die ein Strahl beym Durchgange durch alle diese Schichten leiden muß. S. Gregor. El. Astr. L. II. Schol. prop. 66. Dieses gibt eine Tafel für die Grösse der Brechung, welche jeder Höhe zugehöret, und die Richtigkeit dieser Tafel kömmt auf die Richtigkeit der Theorie und der dabey zum Grunde gelegten Beobachtungen an. Man s. auch Cassini El. de l' Astr. p. 15. Dan. Bern. Hydrod. Sect. 10. § 30. Theoretische Untersuchungen über die Brechung nach verschiedenen Graden der Wärme und Federkraft der Luft giebt Herr Euler Mem. de l'Ac. de Pr. 1754. p. 131. Man s. auch Herrn Lambert, proprietés de la route de la lumiere par les airs. Die Horizontalrefraction ist sehr unbeständig, zuweilen 32′; zuweilen 36′; 37′; bis auf die Höhe von 10 oder 12 Gr. verändert sie sich sehr unordentlich, daher man Beobachtungen in diesen Höhen nicht viel trauet. In höhern über 45 Gr. beträgt sie weniger als 1 Min. und nimmt von da an ziemlich gleichförmig ab, de la Caille Lect. El. Astr. §. 447.

148. Anm. Weil der Zustand der Luft weder in allen Erdstrichen, noch zu allen Jahreszeiten einerley ist, so entstehen hieraus verschiedene Grössen der Refraction; dieses nebst dem, was ich vorhin gesagt habe, zeigt, daß ihre Untersuchung zu weitläuftig ist, als daß ich hier etwas zulängliches davon beybringen könnte.

Von der Parallaxe.

149. Erkl. Die Erde sey eine Kugel; T 12. F. ihr Mittelpunct, O ein Auge auf ihrer Oberfläche; OZ die Scheitellinie; ZMN ein Stück von der Kugel der Fixsterne; welche T zum Mittelpuncte hat, L ein Weltkörper, der sich der Erde so nahe befindet, daß ein Auge aus T ihn bey M und eines aus O ihn bey N, bey merklich von einander entfernten

Puncten

Puncten der Weltkugel setzen würde. Der Bogen MN heißt die Parallaxe (parallaxis).

150. Zus. Es muß also die Verhältniß TO : TL beträchtlich seyn, sonst würden die gleichgrossen Winkel OLT; MLN, unmerklich werden.

151. Zus. Weil TO in Vergleichung mit TZ für nichts zu achten ist (35), so ist auch TL in Vergleichung mit TZ für nichts zu achten (150), oder man kann L für den Mittelpunct der Sternkugel annehmen; also ist MN des Winkels MLN oder seines Scheitelwinkels OLT Maaß; welcher daher der parallactische Winkel heißt.

152. Zus. Wenn HT der wahre Horizont, und hO mit ihm parallel der scheinbare (32) ist, so ist ZTL die Weite vom Scheitel aus dem Mittelpuncte gesehen, und ZOL die Weite vom Scheitel aus der Oberfläche der Erde gesehen; um den parallactischen Winkel (151) grösser als jene (G. 13. S. 1. Z.) und folglich ist die Höhe über den scheinbaren Horizont hOL um die Parallaxe kleiner als die Höhe über den wahren Horizont HTL; die Parallaxe erniedriget also die Sterne, wie die Brechung sie erhöht (140).

153. Zus. Es ist OT : TL = sin L : sin LOZ; oder der Halbmesser der Erde zur Weite des Sterns wie der Sinus der Parallaxe zum Sinus seiner scheinbaren Weite vom Scheitel. Wenn man von diesen vier Dingen drey weiß, läßt sich das vierte finden.

154. Zus. Wenn sich des Sternes Abstand von der Erde nicht verändert, so wächst die Parallaxe mit seiner Weite vom Scheitel, Denn die Verhältniß OT : TL bleibt ungeändert, und wenn also sin LOZ wächst; so muß sin L mit wachsen.

155. Zus. Daher ist für einen Stern, dessen Abstand gegeben ist, die größte Parallaxe, die horizontale K; wo TK : TO = sin tot : sin K. Eine Tafel für Horizontalparallaxen findet man beym Caßini Reflexions sur la Comete de 1680. p. 32.

156. Zus. Im Scheitel aber ist die Parallaxe =o wie die Brechung.

157. Zus. Von zween Sternen, die einerley scheinbare Höhe haben, hat der entferntere, die kleinere Parallaxe. Wenn nähmlich in (153) TL wächst, so wird OT in Vergleichung mit ihr kleiner; also muß auch sin L in Vergleichung mit sin LOZ kleiner werden, und folglich an sich kleiner werden, wenn sin LOZ unverändert bleibt.

158. Zus. Man nehme an, die Ebene CTB 13. F. durch den Mittelpunct der Erde T, sey der Durchschnitt einer Mittagsfläche mit der Erdfläche, oder die Oerter B; C; befinden sich beyde unter einem Mittagskreise; Ihre Scheitellinien sind TB; TC; Gesetzt, ein paar Beobachter in B; C; sehen in einem Augenblicke einen Weltkörper L; und messen in selbigem Augenblicke seine Weiten von ihrem Scheitel, deren Ergänzungen zu 2R; TBL; TCL; sind, imgleichen seine Weiten von einem Fixsterne, der keine Parallaxe hat, und zugleich mit

dem

dem Weltkörper in den Mittagskreis kömmt. Hieraus läßt sich des Weltkörpers Horizontalparallaxe folgendermassen bestimmen.

Die Linien von B; C; nach dem Fixsterne sind parallel; Sie mögen Bλ; CΛ seyn; so sind die Winkel λBL; ΛCL aus der Beobachtung gegeben, deren Summe BLC ist, wie man aus G. 12. S. 2. Z. leicht einsieht, wenn man sich durch L eine Parallele mit den Linien nach dem Fixsterne vorstellt. Nun seyen die Sinus der Weiten des Weltkörpers vom Scheitel bey B=b; bey C=c; seiner Weiten vom Fixsterne, bey B=β; bey C=γ; sin BLC = δ; cof BLC = ε; sin BLT = x; so ist sin CLT = δ r (1 − x²) − xε (Trig. 19. S.) aber TB : TL = x : b (153) und eben so CT : TL = δ r (1 − x²) − εx : c also da CT = BT; x:b = δ r (1 − x²) − εx : c und cx = bδ r (1 − x²) − bεx oder (c + bε) x = bδ. (1 − x²) und wenn man quadrirt (c² + 2bcε + b² ε²) x² = b² δ² − b² δ² x²; und (c² + 2bcε + b² ε² + b² δ²) x² = b² δ²; Es ist aber ε² + δ² = 1 (Trig. 3. E. 1. Z.) also (c² + 2bcε + b²) x² = b² δ² und $x = \frac{b\delta}{r(c^2 + 2bc\varepsilon + b^2}$.

Der Sinus der Horizontalparallaxe heisse y; so ist TB:TL = x:b und TB:TL = y:1 (155) also x:b = y:1 oder $\frac{x}{b} = y$ folglich $y = \frac{\delta}{r(c^2 + 2bc\varepsilon + b^2)}$.

Weil nun der Winkel BLC allemahl klein seyn wird; so nimmt man ohne merklichen Fehler c = 1 und δ = β + γ, wo man für β und γ, die Winkel

selbst

selbst nehmen kann (Dioptr. 12.), so wird der Grösse y Divisor $= r(c^2 + 2bc + b^2) = c + b$ und $y = \frac{\beta + \gamma}{b + c}$ oder es ist wie die Summe der Sinusse der Weiten vom Scheitel zum Sinus totus, so die Summe der Weiten vom Fixsterne, zur Horizontalparallaxe. Diese Regel gilt, wenn die Oerter B; C; auf verschiedenen Seiten des Aequators AD liegen, befinden sie sich auf einer Seite, so muß man statt der Summe der Sinusse b + c; ihren Unterschied nehmen; Hätten beyde Beobachter den Weltkörper auf einer Seite des Fixsternes gesehen, (der hier auf verschiedenen gesehen ward, weil L zwischen Bλ; Cλ fällt,) so muß man statt der Summe der Weiten vom Fixsterne ihren Unterschied nehmen.

Wie Bedeckungen der Fixsterne vom Monde zu gebrauchen sind, die Parallaxe des Mondes zu finden, zeigt Grischow Meth. inu. par. Lun. Comm. Nou. Ac. Petrop. T. IIII. p. 450.

Exempel. De la Caille (Lect. El. Astr. §. 424.) beobachtete d. 6. Oct. 1751. in B auf dem Vorgeb. der guten Hoffnung die Weite des ♂; L; vom Scheitel im Mittagskreise 25° 2′ und sein nordlicher Rand war 26″, 7 nordlicher als der Stern λ des Wassermanns. Wargentin fand ihn zu eben der Zeit zu Stockholm 68° 14′ vom Zenith und den nordlichen Rand 6″ 6 südlicher als eben den Stern. Also ist b = sin 25° 2′ = 0,4231 für den Sinustotus = 1; und c = sin 68° 14′ = 0,9287;

$\beta = 26'', 7$ $\gamma = 6'', 6$; $\beta + \gamma = 33''3$ und $y = \frac{33'', 7}{1,3518} = 24'', 64$.

Anm. Die Parallaxe verändert die Längen, Rectascensionen u. s. w. auf verschiedene Art, und wird daher in verschiedene Gattungen eingetheilt. Ihre vollständigere Abhandlung ist ebenfalls für gegenwärtige Absichten zu weitläuftig. Man pflegt auch zuweilen den Winkel ELC 13. F. die Parallaxe zu nennen. Uebrigens müssen die beobachteten Höhen, und was aus ihnen hergeleitet wird, durch die Parallaxe und die Refraction verbessert werden. Nähmlich die beobachtete Höhe + der Parallaxe – der Refraction giebt die wahre: und die beob. Weite vom Scheitel – Par. + Refr. die wahre.

Der Astronomie
zweyter Theil.

159. **Erkl.** Die bisher abgehandelten Lehren werden zur sphärischen Astronomie gerechnet. Die Ursache des Nahmens gibt (27). Die theorische betrachtet die eigenen Bewegungen der himmlischen Körper, und untersucht, wie solche beschaffen seyn müssen, damit sie uns die Erscheinungen darstellen können.

Von der Beschaffenheit der Sonne.

160. **Erf.** Man sieht in der Sonne zuweilen schwarze Flecken von einer unordentlichen und unbeständigen Gestalt. Sie scheinen sich durch den Sonnenteller vom Morgen gegen Abend zu bewegen. Wenn ein solcher Flecken lange genug dauert,

und

und anfangs gleich am östlichen Sonnenmonde erscheinet, so ist er 13 Tage lang im Sonnenteller sichtbar: Alsdenn sieht man ihn 15 Tage nicht, und nach Verlauf dieser 28 Tage kommt er wieder zum Vorschein und beschreibt seinen vorigen Weg von neuem. Die Wege aber, welche diese Flecken durch die Sonne nehmen, erscheinen vollkommen so, wie sie erscheinen müssen, wenn die Sonne eine Kugel ist, auf deren Oberfläche ein solcher Flecken sich befindet, und mit ihr herumgedrehet wird. Man bestimmt nähmlich aus dieser Voraussetzung, daß die Sonne sich in 27 Tagen 12 St. 20 M. vom Abend gegen Morgen um eine Axe drehet, welche mit der Ekliptik einen Winkel von $87\frac{1}{2}$ Gr. macht und seit 100 Jahren, da man Beobachtungen der Sonnenflecken hat, immer nach einerley Puncten des Himmels gehet; der nordliche Pol der Sonne nähmlich fällt in den 20 Gr. der Fische und der südliche in den 20 Gr. der Jungfer. Cassini El. de l' Astr. L. II. Ch. 2. Probl. 3. & 5. Man s. Hausen; Theoria motus solis circa proprium axem. Lipf. 1726. de l' Isle memoir. pour servir à l' hist. & aux progrès de l' Astron. p. 143.

161. Anm. Diejenigen, welche die Sonnenflecken für Arten von Wolken halten, haben es als einen Beweis für ihre Entfernung von der Oberfläche der Sonne angesehen, daß sie einen grössern Theil ihres Umlaufs unsichtbar als sichtbar sind. Kraft hat diesen Beweis Comm. Ac. Petrop. T. VII. ausführen wollen, aber die eigene Bewegung der Erde oder der Sonne (38), dabey nicht in Betrachtung gezogen. Wenn man alle Umstände gehörig beobachtet, so stimmt die Hypothese (160) vollkommen mit der Er-

Erfahrung überein, und man hat also nicht Ursache, diese Flecken über die Oberfläche der Sonne zu erheben.

162. Anm. Wolken; Sammlungen von Dünsten; können es schwerlich seyn, wenigstens wenn sie unsern Wolken ähnlich seyn sollten; sie würden als lockere Körper, weder das Licht der Sonne so vollkommen aufhalten, noch in dieser Nähe bey ihr, die Heftigkeit ihres Feuers lange ausdauren. Da sie aber bald zahlreicher, bald seltener sind, öfters vergehen, ehe sie ihren Umlauf vollendet haben, da öfters kleinere in einen grössern zusammengehen, und einer sich in mehrere zertheilet, so müssen es Körper seyn, die in der Sonne auf allerley Art verändert werden. Vielleicht sind es nach Hausens Gedanken, (in angef. Disput.) Stücken, die aus dem Innern der Sonne, das noch nicht glühet, auf ihre Oberfläche geworfen werden.

163. Anm. Joh. Fabricius hat sie im Anfange des Jahres 1611. zuerst gesehen. Scheiner aber im May eben dieses Jahres gleichfalls entdeckt, sorgfältig beobachtet und in der Rosa Vrsina weitläuftig beschrieben, nachdem er zuvor unter dem Nahmen Apelles post Tabulam; Epistolas de maculis solar. ad M. Velser. 1612. Nonis Ianuar. und accuratior. disquis. de mac. solar. ad M. Vels. idib. Sept. herausgegeben.

164. Anm. In die Sonne kann man nicht anders sehen, als wenn ihr Glanz geschwächt ist. Daher hat man zu diesen Betrachtungen anfangs die Zeit gewählt, wenn sie nahe am Horizonte oder hinter dünnen Wolken stand, bis man darauf gefallen ist, das Augenglas durch den Rauch einer Lampe zu schwärzen und endlich, ohne damit etwas vorzunehmen, gefärbte oder geschwärzte ebene Gläser zu brauchen. Man hat auch Ferngläser so angebracht, daß das Sonnenbild hinter ihnen wie in einem verfinsterten Zimmer aufgefangen werden kann.

165. Anm. Hevel (Proleg. Selenogr. F. 37. und Append. Selenogr. F. 505.) will in der Sonne Stellen bemerkt haben, die heller als das übrige ausgesehen. Er

nennt

nennt sie faculas. Hugen (Cosmoth. L. II.) hat keine sehen können; daher die Sache noch zweifelhaft scheint. Sind es vielleicht Stellen, die weißlichter aussehen als die übrigen? dergleichen ich selbst mit andern bemerkt (Hamb. Mag. VII. B. 4. St. 7. Art. 399. S.).

166. Anm. Die gemeine Erfahrung, und die Brennspiegel zeigen uns bey der Sonne alles, was wir von einem Feuer erwarten können. Also können wir sie wohl sicher für einen feurigen Körper halten.

167. Anm. Vorzüglich im Frühjahre und im Herbste, zeigt sich im Thierkreise ein mattes Licht so hell als die Milchstrasse, das sich von der Gegend des Horizontes, wo die Sonne darunter steht, erhebt, und von einem breiten Grunde oben spitzig zu geht. - Caßini hat es seit 1683. zuerst bekannt gemacht. Es gehöret vermuthlich zur Atmosphäre der Sonne. Seine weitere Untersuchung kann man den Naturforschern überlassen.

168. Erf. Zuweilen verliert die Sonne bey heitern Himmel ihren Schein, auf die Art, als wenn eine schwarze Scheibe von Abend gegen Morgen in sie rückte. Diese Scheibe verdeckt bey einer solchen Begebenheit viel, bey einer andern wenig von der Sonne, manchmahl auch die ganze Sonne. Diese Begebenheit heißt eine Sonnenfinsterniß (eclipsis) und sie ist gänzlich oder nicht gänzlich (totalis, partialis) die gänzliche zuweilen auch mit einer Dauer (cum mora). Zuweilen tritt diese Scheibe so vor die Sonne, daß sie von dem noch sichtbaren Theile der Sonne wie von einem Ringe umgeben wird, welches man ringförmige Finsternisse (annulares) zu nennen pflegt. Bey einer Finsterniß aber scheint nicht überall ein gleich grosser Theil der Sonne verfinstert.

169. Zus.

169. Zus. Die Sonne muß ihr Licht nicht wirklich verlieren, sondern es muß nur den Bewohnern der Erde durch einen runden undurchsichtigen Körper entzogen werden, welcher der Erde ziemlich nahe seyn muß, damit er verschiedenen Bewohnern von ihr verschiedene Stücken von der Sonne verdecken kann.

170. Zus. Da sich nun die Sonnenfinsternisse alle im Neumonde ereignen, so hat man bey ihnen den Mond da, wo die Sonne steht, zu suchen, wie unten wird gewiesen werden. Ist also der Mond ein dunkler undurchsichtiger uns ziemlich naher Körper, so wird er uns die Erscheinungen (168) wegen seiner eigenen Bewegung (37) darstellen können. Weitere Untersuchungen bringen diese Muthmassung zur völligen Gewißheit.

171. Erf. Bey grossen Sonnenfinsternissen, und noch mehr bey gänzlichen, zeigen sich die Wirkungen der Nacht. Besonders ist die Sonnenfinsterniß 1706. den 12. May durch viele hieher gehörige Bemerkungen berühmt worden. Wo sie gänzlich oder sehr groß war, sahe man um den Mond (170) herum, einen lichten silberfarbenen Ring, mit dem Mondrande parallel, den Wolf, welcher ihn zu Halle bemerket (El. Astr. §. 454.) von dem hervorgehenden Stücke der Sonne an der Stärke des Lichtes und der Gestalt unterschieden. Man hat ihn auch damahls anderswo, besonders zu Montpellier, und auch dergleichen bey andern grossen Sonnenfinsternissen gesehen.

Vom Monde.

172. Erf. Wenn man den Mond bald nach der Sonne untergehen siehet, so zeigt er sich nur als ein schmahler heller Streifen, der gekrümmt ist, und an beyden Enden in Spitzen ausgeht. Man könnte ihn mit einer Sichel vergleichen. Den nächsten Tag wird der Mond später nach der Sonne untergehen, und sein leuchtender Streifen breiter seyn. So wird er alle Tage mehr Zeit brauchen, ehe er nach der Sonne untergeht, und zugleich mehr Helles zeigen. Ohngefähr den siebenden Tag nach der ersten Beobachtung wird er um Mitternacht untergehen, und also, wenn die Sonne untergeht, im Mittagskreise stehen; da wird er wie eine halbe helle Scheibe aussehen. Nach diesem wird er erst nach Mitternacht untergehen, und zugleich immer wie ein helles Stück einer Scheibe, das grösser ist als ihre Hälfte, aussehen. Den 14 Tag geht er unter, indem die Sonne wieder aufgeht, oder er geht zuvor auf indem die Sonne untergeht, und da scheint er wie eine ganze helle Scheibe. Diese Reihe der Veränderungen heißt der **zunehmende Mond** (luna crescens), die Erscheinung des 7 Tages das **erste Viertheil** (quadratura) des 14 der **Vollmond.** Die folgenden Abende, geht der Mond auf, nachdem die Sonne schon untergegangen ist, und zwar immer länger und länger nach ihrem Untergange; den 21 um Mitternacht und alsdenn nach Mitternacht, bis er um den 28 mit der Sonne selbst auf- oder untergeht. Diese Tage

über

über nimmt er ab, und den 14 ist das letzte Viertheil, den 27 oder 28; der Neumond. Die Erscheinungen sind die vorigen, in entgegengesetzter Ordnung. Die nächste Zeit um den Neumond ist der Mond nicht wohl am Himmel zu sehen, man kann aber seinen Stand aus seinem vorigen Wege beurtheilen. Der helle Theil ist allemahl nach der Gegend zu gekehret, wo die Sonne steht. Die ersten Tage nach dem Neumonde und fast bis zum ersten Viertheil, kann man durch Ferngläser die völlige Mondscheibe sehen, die aber dunkel und wie in Schatten liegend aussieht. Man sieht sie auch zuweilen so mit blossen Augen. Bresl. Samml. 1724. May 4. Cl. 3. Art.

173. Zus. Wenn man vom Monde und von der Sonne nach der Erde zu Linien zieht, so nimmt der Mond zu, wenn der Winkel dieser Linien, die **Weite des Mondes von der Sonne** zunimmt, ist voll wenn er 180 Gr. beträgt, oder wenn der Mond der Sonne entgegengesetzt (oppositus) ist, und nimmt mit dem Winkel ab, bis er neu wird, wenn der Winkel = o wird, oder der Mond mit der Sonne in **Zusammenkunft** (coniunctione) ist.

174. Zus. Der Mond muß wie in einem Kreise um die Erde gehen. Und wenn er die Sonnenfinsternisse verursacht (170), so ist seine Entfernung von der Erde geringer als die Entfernung der Sonne.

175. Zus. Wenn man annimmt, der Mond sey eine dunkele Kugel, deren Mittelpunct sich allemahl

ohngefähr in der Fläche der Ekliptik befindet; so läßt sich für jede Weite des Mondes von der Sonne seine Erscheinung folgendergestalt finden: T 14. F. sey die Erde; in der Linie TS befinde sich die Sonne; und L sey des Mondes Mittelpunct. So ist die Ekliptik eine Ebene durch T; L; S; Man nehme ferner an, die Weite der Sonne von uns sey in Vergleichung mit TL sehr groß, so daß Lſ mit TS gleichlaufend gezogen, auch nach der Sonne geht. Man setze durch L zwo Ebenen auf die Ekliptik senkrecht, eine mache mit Lſ die andere mit LT rechte Winkel. Jene schneide die Ekliptik in PQ; diese in NO. Jene sondert den erleuchteten Theil des Mondes von dem dunkeln ab, diese den, welcher nach der Erde zu gekehrt ist, und ihr Licht, wenn er welches hat, zuschicken kann, von dem abgekehrten; wie aus Opt. 15. folgt, da hier TL und LS in Vergleichung mit LQ dem Halbmesser des Mondes sehr groß angenommen werden. Beyde senkrechte Ebenen nun schneiden einander in einer Linie, die auf der Ebene der Ekliptik (G. 48. S.) und also auf LQ; LO; senkrecht sieht, daher ist QLO ihr Neigungswinkel. Das Stück der Mondkugel das zwischen sie fällt, und sich zum Ganzen verhält wie QLO: 4R oder zur Halbkugel wie QLO: 2R ist zugleich hell und nach der Erde zu gekehrt; das ist es also, was die Erscheinung des Mondes, den Mondesbruch (phasin) für diesen seinen Stand darstellen wird. Folglich bestimmt man es durch den Winkel QLO. Nun ist die Weite des Mondes von der Sonne LTS = 2R - TLſ = 2R - TLO - OLſ =

R

R-OLf=QLO. Also der Winkel, welcher den Mondsbruch bestimmt, der Weite des Mondes von der Sonne gleich. Da nun diese Bestimmungen mit der Erfahrung übereintreffen, so kann man sicher seyn, daß der Mond eine dunkele Kugel ist, die (wegen 170) auch undurchsichtig seyn muß, und daß auch die übrigen Voraussetzungen für gegenwärtige Absicht nicht merklich von der Wahrheit abweichen. Man kann sich also die verschiedenen Erscheinungen (172) leicht durch eine Figur begreiflich machen, wenn man, wie hier gelehret worden, den Mondsbruch für jede Weite (173) zeichnet.

176. Anm. Die Linie, welche den Mondsbruch nach dem dunkeln Theile zu begränzet, ist ordentlich eine Elipse, deren Verzeichnung ich im vollst. Lehrbegr. der Opt. im Anh. V. gelehret habe.

177. Erf. Wenn der Mond voll ist, so verlieret er zuweilen sein Licht bey heitern Himmel, so, als wenn eine schwarze Scheibe von Morgen gegen Abend in ihn rückte. Allen Bewohnern der Erde scheint alsdenn in einem Augenblicke gleichviel vom Monde verfinstert. Des Mondes Mittelpunct befindet sich alsdenn in der Ekliptik selbst, oder nahe dabey.

178. Zus. Sein Mittelpunct befindet sich alsdenn in einer geraden Linie durch die Mittelpuncte der Sonne und der Erde, oder unweit dieser Linie; als der Axe des Schattenkegels der Erde (Opt. 16.); also könnte die Mondfinsterniß daher rühren, daß die Erde ihren Schatten auf den Mond wirft. Dieses würde die erzählten Begebenheiten alle begreif-

lich machen. Weil der Mond uns wie eine Scheibe aussieht, welche auf die Linie TL 14. F. senkrecht stünde (175); so muß es uns vorkommen, als durchschnitte diese Scheibe den Schattenkegel senkrecht auf seine Axe, weil hier STL (13. F.) = 2R; also muß der Erdschatten auf der Mondscheibe ein Kreis seyn. Der Mond verlieret also sein Licht wirklich, und muß folglich allen Bewohnern der Erdkugel auf einerley Art verfinstert aussehen. Nimmt man dieses an, so läßt sich ferner alles bey den Mondfinsternissen auf das genaueste der Erfahrung gemäß bestimmen, daß also das Angenommene ausser allen Zweifel gesetzt wird.

179. Erf. Der Mond ist zuweilen bey gänzlichen Mondfinsterniſſen völlig verschwunden, obgleich der Himmel heiter genug gewesen, daß man die kleinsten Fixsterne sehen können. Meistens aber kann man ihn noch auch bey einer gänzlichen Verfinsterung sehen, wobey er sich öfters mit einer röthlichen Farbe zeigt, wiewohl bey einerley Mondfinsterniß an einem Orte diese Farbe, anderswo eine andere gewesen.

180. Zus. Wenn die Erklärung der Mondfinsterniſſe (178) richtig ist, so kann der Mond noch durch gebrochnes Licht sichtbar bleiben, das ihm die Dunstkugel der Erde zuschickt. Eben diese Brechung kann die Farben verursachen, welche nach dem verschiedenen Zustande der Dunstkugel zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten, unterschieden seyn können. S. den Lehrbegr. der Opt. 278. u. f. Anm. über das 1. B.

180. Erf.

180. Erf. Der Mond zeigt mit bloſſen Augen gewiſſe groſſe Gegenden, die dunkler als die übrigen aussehen, und Flecken (maculae) heiſſen. Man entdeckt ihrer noch mehr kleinere, die durch helle von einander gesondert sind, durch das Sternrohr. In den hellen Gegenden zeigt das Sternrohr die Gränze der Erleuchtung, welche nach (176) eine Ellipse seyn sollte, höckricht und auf verschiedene Art gebogen. Auch bemerkt man helle Tüpfelchen, die noch über diese Gränze hinaus im dunkeln Theile des Mondes liegen, und um welche herum alles noch dunkel ist, solche helle Tüpfelchen zeigen sich auch in und um die Flecken. Wenn man den zunehmenden Mond einige Abende nach einander betrachtet, so sind den ersten Abend gewiſſe helle Tüpfelchen unweit der Gränze der Erleuchtung zu sehen, die den folgenden Abend innerhalb dieser Gränze liegen, und nun zeigen sich unweit der neuen Gränze der Erleuchtung andere helle Tüpfelchen, die man den vorigen nicht sahe. Gegentheils sieht man beym abnehmenden Monde solche helle Tüpfelchen den ersten Abend, die den folgenden nicht mehr zu sehen sind, wenn die Gränze der Erleuchtung weiter von der Gegend, wo sie in der Mondscheibe erscheinen, weggerückt ist. Auser den beschriebenen beständigen Flecken gibt es noch veränderliche, die allemahl der Sonne entgegengesetzt liegen, und sich in einem Kreise um die Gegenden, wo man die erwähnten hellen Tüpfelchen beobachtet hat, zu bewegen scheinen, auch ihre Gröſſe verändern.

181. Zus. Die beständigen Flecken müssen Materie enthalten, welche von eben dem Lichte der Sonne nicht so stark leuchtet, als die Materie, aus welcher die benachbarten hellen Gegenden bestehen. Nun läßt das Wasser die Lichtstrahlen durch, verschluckt und zerstreuet sie zum Theil, wenn es sie gebrochen zurückwirft; und wenn man von einer Höhe eine grosse Landschaft übersieht, so sieht das Wasser dunkler aus als das Land. Man hat daher die dunkeln Theile für Wasser angenommen, und mit Nahmen, die dieser Vorstellung gemäß sind belegt. In diesen Meeren des Mondes gibt es also Inseln, Vorgebürge, u. d. g.

182. Anm. Es gibt ohne Zweifel auch feste Materien die bey einerley Erleuchtung dunkler aussehen, als andere. Also ist der Schluß (181) nicht völlig sicher, und einige Umstände könnten ihn noch zweifelhafter machen; z. E. daß Hugen in ihnen Vertiefungen gesehen (Cosmoth. L. II. p. 112. ed. Hag. Com. 1698.), auch müßten vermuthlich aus soviel Wasser, das so lange beschienen wird, häufige Dünste aufsteigen, durch welche der Mond sehr trübe aussehen müßte. Man darf also zweifeln, ob die Flecken Wasser sind, man muß ihnen aber die eingeführten Nahmen lassen, und kann keinesweges mit dem Herrn von Justi die hellen Gegenden für Wasser halten. S. Schöns Schrift: Sind die bisherigen Landcharten vom Monde richtig? Leipz. 1755.

183. Zus. Die hellen Tüpfelchen (180) müssen das Sonnenlicht auffangen, wenn es die um sie gelegenen Theile der Mondfläche noch nicht trifft; folglich erheben sie sich über die Mondfläche; es sind Berge und desto höher, je weiter sie von der Gränze des Lichts abliegen. AD 14. F. sey ein

Stück

Stück von der Fläche des Mondes, die der Sonnenstrahl SAB berühre; so wird A in der Gränze des Lichtes liegen, und die Kugelfläche von A nach D dunkel seyn. Sieht man also ein helles Tüpfelchen, das in der Mondscheibe die Stelle D einzunehmen scheinet, so muß solches B; die Spitze eines Berges seyn, dessen Höhe DB ist. Und wenn man die Verhältniß AB : AL weiß, so läßt sich DB, wenigstens seiner Verhältniß zum Halbmesser des Mondes nach, ausdrücken, woraus man diese Grösse in jeden bekannten Maasse finden kann, wenn man des Mondes Halbmesser in solchen Maassen weiß (S. unten 273.).

Ex. Ist, wie Hevel Selenogr. c. 8. f. 266. angibt, bey den höchsten Bergen $AB = \frac{1}{13} AL$; so ist $BL^2 = (1 + \frac{1}{169}) AL^2 = \frac{170}{169} AL^2$ also $BL = \frac{13,03}{13}$. $AL = 1,002\ AL$ folglich die Höhe des Berges 0,002. AL.

184. Zus. Wenn man die Lagen der Flecken und Berge gegeneinander, wie sie uns auf der Mondscheibe erscheinen, anfangs dem Augenmaasse nach, und nachgehends durch Mikrometer (Dioptr. 103) und andere Methoden, die zum Theil noch erwähnt werden sollen, genauer bestimmt, so kann man die Mondscheibe, wie sie uns aussieht, abzeichnen, oder eine Mondcharte verfertigen. Uebrigens braucht man nicht auf diese erwähnte Art auch die Mondberge zu schliessen, wenn man grosse Fernröhre hat, sondern sie fallen da kenntlich ins Auge.

185. Anm. Hierauf hat Hevel vielen Fleiß gewandt, und den Erfolg davon, wie von andern seinen den Mond betreffenden Beobachtungen in seiner Selenographia mitgetheilet. Seine Mondcharte (Selen. c. 8 p. 262.) ist aus den einzelnen Beobachtungen der Mondbrüche zusammengesetzt, in der Absicht, daß man diese nach einander folgenden Erscheinungen auf einmahl übersehen soll. Er hat die Flecken und Berge mit Nahmen der Meere und Berge, die auf der Erde befindlich sind, belegt. Ricciolins aber hat (Almag. nou. P. I. L. III. cap. 7.) aus Grimalds Beobachtungen eine andere Mondcharte mitgetheilt, wo die Berge mit Nahmen der Mathematikverständigen und die Meere mit andern willkührlichen benennt sind. Die Sternkündiger bedienen sich meistens seiner Nahmen. Beyde vergleicht Rost; astron. Handb. III. Th. 12. C. und da die Abzeichnungen dieser beyden Sternkündiger für den jetzigen Zustand der Astronomie fehlerhaft sind, so hat sich Herr Pr. Mayer bemüht die Lagen der Mondsflecken so wohl, als überhaupt die Kenntniß des Mondes zu grösserer Vollkommenheit zu bringen. Man s. hievon seine Abhandl. über die Umwältzung des Mondes um seine Axe und die scheinbare Bewegung der Mondsflecken in den Kosmograph. Nachr. und Samml. auf das Jahr 1748. IIII. Abh. Er hat auch zu einer Mondkugel, welche den Mond richtiger darstellen solite, in einer besondern Schrift Hoffnung gemacht. S. Bericht von den Mondskugeln; Nürnb. 1750. Was er hievon verfertiget hat, und darunter eine schönere und genauere Abzeichnung des Mondes als irgend eine der bisher bekannten, ist von Kön. Regierung zum Gebrauche des Göttingischen Observatorii nach seinem Tode gekauft worden.

186. Erf. Der Mond zeigt beständig meistens einerley Flecken. Es kommen aber an einem Rande desselben welche zum Vorscheine, statt deren sich andere am entgegengesetzten Rande unserm Auge entziehen. Man nennt dieses das Wanken des Mondes (libratio).

187.

187. Zus. Der Mond muß sich in der Zeit um seine Axe drehen, in welcher er um die Erde kömmt, welches ohngefähr 27 Tage beträgt (142).

188. Anm. Das Wanken des Mondes kömmt von der Lage seiner Axe und seiner eigenen ungleichförmigen Bewegung, indem er sich gleichförmig um diese Axe drehet, her: Es läßt sich hier nicht zulänglich erklären. Man s. Herrn Mayers angeführte Abh. 13; 14; Abschn. und Heinsius de apparentiis aequatoris lunaris. Jngl. dens. de orbitarum apparentiis Comm. Petrop. T. XIII. p. 266.

189. Erf. Wenn Fixsterne oder Planeten vom Monde verdeckt werden, so verändert sich ihre Gestalt, indem der Mondrand ihnen nahe rückt, oder indem der entgegengesetzte Mondrand sie verläßt. Sie sehen länglicht und unförmlich aus, als ob ihre Strahlen, indem sie nahe am Mondrande vorbeyfahren, gebrochen würden. Zuweilen aber bleibt ihre Gestalt unverändert. S. Hamb. Mag. 8. B. 1. St. 3. Art.

190. Anm. Hieraus haben einige geschlossen, den Mond umgebe eine Dunstkugel, welche die Strahlen wie die Dunstkugel unserer Erde breche. Man hat den Ring um den Mond (171) ebenfalls dahin gerechnet. Aber beyderley Begebenheiten lassen sich aus der Beugung des Lichtes (Dioptr. 113.) erklären, und dergleichen Ring zeigt sich um jeden Körper, mit dem man sich die Sonne verdeckt, oder das Sonnenlicht um ihn in einen verfinsterten Ort fallen läßt, (Mem. de l' Ac. des Sc. 1715. p. 147.). Diese und andere noch schlechtere Beweise für eine Dunstkugel des Mondes, welche der unsrigen völlig ähnlich seyn, und in der es so gar regnen, schneyen, und blitzen sollte, hat Christlob Mylius, in s. Gedanken über die Atmosphäre des Mondes, Leipz. 1746. zu entkräften gesucht, und Herr Mayer in den kosmogr. Samml. 1748; 9. Abh. einen

Beweis

Beweis zu geben gesucht, daß der Mond keine Atmosphäre habe; dergleichen auch Grandjean de Fouchy in den Phil. Transf. n. 455 art. 3. unternommen. Aus dem Lichtstrahle, den Bianchini in der dunkeln Höhlung des Plato wahrgenommen (Hesp. & Phosph. nou. Phaen. p. 5.), hat er und Carbone Phil. Transf. n. 396. art. V. eine Atmosphäre geschlossen. Herr Euler hat Mem. de l'Ac. de Prusse 1748. 103. S. aus der Vergrösserung des Sonnendurchmessers bey der ringförmigen Sonnenfinsterniß 1748. geschlossen, daß den Mond wirklich eine Luft umgebe, die aber vielleicht 200 mahl dünner als die unsrige sey. Soviel scheint wenigstens gewiß, daß in Absicht auf die Luft und das Wasser (182) der Mond unserer Erde nicht so ähnlich ist, wie ihn der Freyherr von Wolf, Wilkins im vertheidigten Copernicus 1. B. u. a. vorgestellt haben.

Von den Planeten.

191. Erf. Mars Venus und Merkur zeigen sich durch das Fernrohr im Ab- und Zunehmen wie der Mond, der helle Theil nähmlich, den man von ihnen sieht, ist grösser oder kleiner, nachdem sie weit von der Sonne, oder näher bey ihr zu stehen scheinen, und allemahl der Sonne zugekehrt. So kehrt er sich nach Morgen oder Abend, nachdem die Venus vor der Sonne auf- oder nach ihr untergeht, **Morgenstern oder Abendstern** ist.

192. Erf. Beyde diese Planeten scheinen zuweilen wie schwarze Flecken durch die Sonnenscheibe zu gehen. Gassend hat dieses zuerst 1631. d. 7. Nov. auf Keplers Verkündigung am Merkur, und Horoccius 1639. d. 24. Nov. an der Venus gesehen.

193. Anm. Die letzte Begebenheit ereignete sich nicht eher wieder als 1761. d. 6. Jun. wie Halley vorher berechnet

rechnet hatte, da die erste sich nur in diesem Jahrhunderte schon verschiedene mahl zugetragen hat. Einen Durchgang der Venus durch die Sonne erwartet man wieder d 3. Jun. 1769; u. den 8. Dec. 1874. und 1996. Warum diese Begebenheit so selten ist, wozu ihre Beobachtung dienet u. a. m. lehrt Wargentin Abh. der Kön. Schwed. Ak. der Wissensch. 1761. Jul. Aug. Sept. 1. Abh. 167. S. meiner Uebers. Man erkennt aber diese Planeten in der Sonne daran, daß sie ihren Weg darinnen nach den Gesetzen führen, die man bey ihrem Gange aus Beobachtungen gefunden hat. Dieses ist hier das einzige Mittel sich zu versichern, daß der Körper, den man jetzo sieht, eben der Planet sey, für den er ausgegeben wird. Es setzt also einige Kenntniß von den Bewegungen und verschiedene Beobachtungen zum voraus. In der That ist auch dieses das einzige zuverlässige Kennzeichen eines gewissen Planeten, da seine Gestalt, seine Grösse, sein Licht, vielleicht einem andern Weltkörper auch zukommen könnten, wenigstens würden die letzten Merkmahle allein ohne das erste nicht vollkommen sicher seyn. So hat vermuthlich schon Pythagoras verfahren, der zuerst soll entdeckt haben, daß Morgenstern und Abendstern einerley Planet sind.

194. Erf. Durch ein Fernglas von 16 Fuß hat de la Hire 1700 in der Venus Berge, die er grösser als die Mondesberge angibt, gesehen (Mem. de l' Ac. des sc. 1700. p. 288.), und der ältere Cassini 1666. in der Venus Flecken beobachtet. Im Mars und Jupiter hat man ebenfalls Flecken gesehen, aber keine im Merkur und Saturn, vermuthlich weil jener der Sonne zu nahe, dieser zu weit von uns ist. Am sorfältigsten hat Bianchini die Flecken der Venus, in seinem Buche Hesperi & Phosphori noua phaenomena, beschrieben, wie sie durch grosse Fernröhre erscheinen; und daraus eine Abzeichnung

der

der Venus verfertiget. Im Jupiter sieht man Streifen (fascias) von veränderlicher Gestalt und Lage; im Mars und Saturn sind auch dergleichen gesehen worden.

195. Zus. Aus den Flecken hat man (wie in 160) folgende Umdrehungen der Planeten um ihre Axe geschlossen.

♄	9 St.	56′
♂	24	40
♀	24	nach dem Cassini
	24 Tage	nach dem Bianchini Cap. V. p. 50.

Der jüngere Cassini hat El. de l'Astr. L. I. c. 7. seinen Vater gegen den Bianchini vertheidigt, und die Sache ist noch nicht ausgemacht, auch der Preiß, den die Kais. Ak. der Wiss. zu Petersburg darauf gesetzt hat, hat keine Entscheidung aus Beobachtungen veranlaßt.

196. Erf. Bey dem Jupiter haben Simon Marius und Galiläus 1609. und 1620. vier Sternchen entdeckt, die ihn beständig begleiten, und daher Trabanten genennt worden sind. Sie verschwinden zuweilen bey heitern Himmel, wenn Jupiter sich gerade zwischen ihnen und der Sonne befindet, und gegentheils durchwandert ein schwarzer Flecken die Scheibe Jupiters, wenn sie sich zwischen ihm und der Sonne bewegen, den man also für ihren Schatten halten muß. Simon. Marii Mundus Iouialis Galilaei Nuncius Sidereus.

197. Erf. Saturn zeigt durch das Fernrohr mancherley veränderliche Gestalten, die sich, wie

Hu-

Hugen (Systema Saturnium) zuerst gewiesen, alle erklären lassen, wenn man annimmt, ihn umgebe ein dünner flacher Ring, der nirgends mit dem Saturn zusammenhänge, und gegen die Ekliptik geneigt ist. S. Heinsius de apparentiis annuli Saturni L. 1745.

198. Erf. Bey dem Saturn hat Hugen, 1655. d. 25 März durch ein Fernrohr von 12. F. einen Trabanten, und nachgehends der ältere Cassini durch grössere Fernröhre noch vier 1671. und 1684. entdeckt. S. Du Hamel Philos. vetus & noua, Burgundica; Phys. P. II. diss. 2. cap. 9. p. 400. und dessen Regiae Scient. Acad. historia; ad ann. 1684. c. 3. p. 244. Den vierten hat man bey heitern Himmel verschwinden sehen, da sich Saturn gerade zwischen ihm und der Sonne befunden (Mem. de l'Ac. des Sc. 1757. p. 17.).

199. Lehrs. Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur sind dunkele und undurchsichtige Körper.

Von den letzten dreyen läßt sich dieses aus ihrem ab- und zunehmenden Lichte, und der letzten beyden Durchgange durch die Sonne schliessen (191. 192.). Von den ersten aus den Begebenheiten ihrer Trabanten (196. 198.).

200. Erkl. Diese Trabanten heißt man Nebenplaneten und die fünf erzählten (199) Hauptplaneten. Zu diesen kömmt noch, wie unten erhellen wird, die Erde, und zu jenen der Mond.

Der

Die ersten drey der Hauptplaneten heissen obere, die letzten beyden, untere, weil sich die Erde zwischen jenen und der Sonne befindet, diese aber zwischen der Erde und der Sonne sind (204. 205.). In der ptolemäischen Weltordnung hiessen sie eben so in Absicht auf die Sonne, welche da die Stelle der Erde einnahm.

201. Anm. Einen Begleiter der Venus wollen Cassini 1686; Short 1740, Montaigne 1761. gesehen haben. S. Abhandl. von der Entdeckung eines Trabanten der Venus, von Hrn. Baudouin aus dem Franz. übersetzt und mit Anm. begleitet von Herr Reccard. Herr Wargentin hat die Venus im May, da Montaigne den Mond will gesehen haben, betrachtet, ohne einen Begleiter wahrgenommen zu haben, und wundert sich daß man ihn 90 Jahr über nur dreymahl, allezeit wie in der Eyl gesehen hat. Abh. der Kön. Schwed. Ak. (194) 178. S. Ob übrigens die hier gezeigte Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde zulänglich ist, sie mit vernünftigen Geschöpfen, wie die Erde zu besetzen, oder ob man ausserdem noch andere Gründe dazu hat, gehört mehr in die Naturlehre als hieher. Wenigstens läßt sich selbst aus der geringen Kenntniß, die wir von den Planeten haben, schliessen, daß ihre Bewohner in sehr viel Stücken von uns unterschieden seyn müssen. Man s. Hugens Cosmotheoros; und Fontenelles Gespräche von mehr als einer Welt.

Von der Ordnung der Himmelskörper.

202. Erf. Saturn, Jupiter, Mars, kommen mit der Sonne zusammen, und werden ihr entgegengesetzt (wie der Mond 173.) Venus aber entfernt sich nie über 47 Gr. und Merkur nie über 28 Gr. von der Sonne.

203. Erkl.

203. Erkl. Venus ist voll (191) wenn sie nach der obern Zusammenkunft Abendstern ist, nimmt ab, wenn sie sich von der Sonne entfernt, und erscheint in der größten Entfernung als ein Mondsviertheil, denn nähert sie sich der Sonne wieder, und nimmt ab, daß sie wie eine Sichel erscheinet, wenn sie sich in den Sonnenstrahlen verlieret (126). Nach dieser untern Conjunction wird sie Morgenstern, und zeigt sich wieder sichelförmig und bey der größten Entfernung geviertheilt, worauf sie immer noch mehr der Sonne näher rückt und zugleich zunimmt. Einzelne Beobachtungen hievon findet man beym Hevel Proleg. Selen. f. 69. sequ. Merkur zeigt eben solche Erscheinungen (Hevel a. a. O. f. 74. sequ.).

204. Zus. Wenn diese Planeten voll sind, so müssen sie eine Seite nach uns und nach der Sonne zu kehren; wenn sie aber neu sind, sich zwischen uns und der Sonne befinden. Also gehen sie um die Sonne in Bahnen herum, welche die Erde nicht mit einschliessen. Dieses erhellet auch aus ihrem Durchgange durch die Sonne (192) und daraus, daß sie nie der Sonne entgegengesetzt werden (202). Sie können also nie weiter von der Sonne erscheinen, als der scheinbare Halbmesser ihrer Bahnen auf der Erde beträgt.

205. Zus. Gegentheils müssen die Bahnen des Saturn, Jupiter, und Mars die Erde in sich enthalten (202).

206. Hypothese. Um die Sonne 16. F. als einen Mittelpunct beschreibe man sechs Kreise, die

man für die Bahnen der fünf Planeten (299) und der Erde, in der Ordnung, wie die Figur sie zeigt, annehme, die Bahn der Erde liege in der Ebene der Ekliptik Kk (77). Den Mond lasse man in einem Kreise um die Erde gehen, wie der Kreis um A an dessen Umfange ☾ steht 17. F. dessen Mittelpunct nähmlich die Erde ist, und mit der Erde in dem Kreise ABMPT fortrückt, in welchem die Erde um die Sonne S geht. Eben solche Kreise lasse man die Trabanten (200) um ihre Hauptplaneten beschreiben. Die Erde aber drehe sich in der Zeit eines Sterntages (81), um eine Axe, welche durch die beyden Weltpole (26) gehet.

Weil man sich die Kreise leicht ergänzt vorstellen kann, so zeigt die 17. F. nur Bogen von ihnen, deren Halbmesser aber sich ohngefähr so verhalten, wie die mittlern Weiten der Planeten von der Sonne (269).

207. Zus. Aus der letzterwähnten Umdrehung der Erde folgt die gemeine Bewegung (15). Um die Axe PQ 4. F. drehe sich eine Kugel, die T zum Mittelpuncte und TV zum Halbmesser hat; Ihre beyden Pole werden die Puncte seyn, in denen die Weltaxe sie schneidet. Jeder Punct dieser Kugel V; wird einen Kreis beschreiben, auf dessen Ebene die Axe senkrecht ist, und durch seinen Mittelpunct gehet; Und aus Opt. 48. erhellet, daß ein unbewegter Stern im Himmelsraume, wie S 17. F. dem Auge in V welches sich seiner Bewegung nicht bewußt ist, eben dergleichen Kreis an der Weltkugel zu beschreiben scheinet, nur daß die scheinbare Bewegung des Sternes, der wirklichen des Auges entgegengesetzt ist.

ist. Scheint also der Stern dem Auge von Morgen nach Abend zu gehen, so drehet sich die Erdkugel von Abend nach Morgen. Der Halbmesser des Kreises, in welchem der Stern herumzugehen scheinet, wird also dem Auge unter dem Winkel erscheinen, unter dem ihm die Entfernung des Sterns von der Weltaxe erscheinet, d. i. unter dem Winkel STP die Parallaxe (149) beyseite gesetzt. Dieser Winkel STP aber hat PS, des Sternes scheinbare Entfernung vom Weltpole zu seinem Maasse, und ist die Ergänzung der Abweichung AS; wenn TA der Durchschnitt des Aequators und des Abweichungskreises (46) ist. Der scheinbare Tagekreis (25) jedes Sterns, ist also ein Kreis, der den Weltpol P zum Pole hat und von ihm um den Bogen PS, die Ergänzung der Abweichung entfernt ist (Geom. 49. S. 9. Zus.).

208. Anm. Die Lehre, was ruhende oder auch bewegte Körper einem Auge für Wege zu nehmen scheinen, das an einem gewissen Orte still zu liegen glaubt, wenn es wirklich in einer gewissen Bahn herumgeführet wird, hat in der Optik nicht vollständig genug können abgehandelt werden, theils weil sie zu weitläuftig ist, theils weil sie noch einige andere geometrische Kenntnisse erfodert, als ich hier annehmen darf. Man findet sie in des Herrn de la Caille lect. elem. astr. 342. u. f. §. ausgeführt. Aus dem aber, was hier hat beygebracht werden können, zeiget sich schon, es sey viel wahrscheinlicher die gemeine Bewegung für eine Erscheinung anzunehmen, die bey allen Sternen auf eine Art aus der einzigen Umwälzung der Erde erfolgt, als zu glauben, daß alle Sterne von Ursachen, die wir uns nicht vorstellen können, in Parallelkreisen herumgeführet werden. Denn die Vorstellung einer festen Himmelskugel (27) ist gar zu unnatürlich, als daß man sie der Wahrheit

gemäß halten sollte, und sie geht wenigstens nicht für die Planeten an, die sich, wie bald erhellen wird, weit unter dieser Kugel der Fixsterne befinden. Man müßte für sie mit den Alten zu der vorigen Erdichtung noch eine neue, eben so unnatürliche setzen, daß sich nähmlich jeder Planet in einer eigenen dichten Kugelfläche befände, daß diese Kugelflächen wie etwa Zwiebelschalen in einander stäcken, und zusammen fortgerissen würden, indem die Kugel der Fixsterne herumgedrehet wird.

209. **Anm.** Wenn ein Körper um einen Mittelpunct so herumgeführet wird, daß er einen Kreis um denselben beschreibet, so bekömmt er einen Schwung, ein Bestreben, sich von diesem Mittelpuncte zu entfernen (vim centrifugam), welches desto grösser ist, je grösser der Halbmesser des erwähnten Kreises ist. Die Gesetze dieses Schwunges, hat Hugen de vi centrifuga gelehret. Jeder Theil der Erde muß also, wenn sie sich um ihre Axe drehet, eben dergleichen Schwung bekommen, vermöge dessen er sich in der Ebene seines Parallelkreises (207) von desselben Mittelpuncte entfernen will. Dieser Schwung ist also der Schwere zum Theil entgegengesetzt, welche eben den Körper nach dem Mittelpuncte der Erdkugel treibt. Ihre Richtung ist nähmlich von der Richtung des Schwunges desto mehr unterschieden, je weiter der Parallelkreis vom Aequator absteht. Im Aequator sind beyde einander gerade entgegengesetzt, und der Schwung ist auch da am größten. Vom Aequator an, nimmt er ab, und ist der Richtung der Schwere weniger und weniger entgegengesetzt, und im Erdpole verschwindet er. Nimmt man nun an, die Schwere sey für sich selbst auf der ganzen Erdfläche einerley, oder einerley Maasse werde überall von ihr mit einerley Gewalt niedergetrieben, und bekomme von ihr einerley Gewichte, so nimmt der Schwung von dieser Kraft unter dem Aequator am meisten weg, von dar nach dem Pole zu weniger und weniger, und im Pole nichts. Ein Körper wird also nur unter dem Pole sein natürliches Gewicht, das ihm die Kraft der Schwere für

sich giebt, haben, und vom Pole nach dem Aequator zu wird sein Gewicht immer abnehmen, ohne daß ihm von seinen Theilen etwas abgehet.

210. Anm. Daß ein Perpendikel (Mech. 145.) wenn in seiner Länge und allen andern Umständen nichts geändert wird, langsamer geht, wenn es von einer schwächern Kraft der Schwere getrieben wird, lehret die höhere Mechanik. Man findet aber, daß die Perpendikel vom Pole nach dem Aequator zu immer langsamer gehen, oder, daß ein Perpendikel, welches an einem gewissen Orte Secunden schlägt, verkürzt werden muß, wenn es näher beym Aequator auch Secunden schlagen soll. Dieses ist aus (209) zu erklären. Richer hat dieses zuerst auf der Insel Cayenne 1672; 4 Gr. vom Aequator bemerkt, wo er ein Perpendikel, das zu Paris Secunden schlug, um $1\frac{1}{4}$ Linien oder Zwölftheile eines Zolles verkürzen müssen.

211. Zus. Die eigene Bewegung der Sonne (38) wird so begreiflich: Um die Sonne S 18. F. sey die Ekliptik ♈ ♉ ♊ u. s. w. die Erde aber gehe um die Sonne in dem Kreise ABMPT von Abend gegen Morgen, oder nach der Ordnung der Zeichen (74) nach eben der Gegend, nach welcher sich die Sonne drehet (160). Wenn nun die Erde in A ist, so scheint ihr die Sonne bey ♈ zu stehen, und so erscheint ihr die Sonne bey ♉; ♋; ♎; ♑; wenn sie sich selbst in B; M; P; T; befindet, d. i. wenn sie der Sonne in dem entgegengesetzten Zeichen erscheinet.

212. Zus. Beyde Bewegungen (207. 208) zusammen erfodern, daß sich die Erde gleich wälzet, und fortbeweget.

Anm. Ob jede Umdrehung der Erde um ihre Axe, jeder Sterntag, so lang sey als der andere, liesse sich vielleicht

noch zweifeln, wenn von einer vollkommenen Gleichheit die Rede ist. Leibniz hat schon diesen Zweifel gehegt. Man s. die vom Herrn Raspen zu Amsterd. und Leipz. 1765. herausgegebene Oeuvres philosophiques de feu Mr. de Leibniz &c. p. 104. Die Kön. Preuss. Ak. der Wiss. hat auf die Untersuchung dieser Frage einen Preiß gesetzt, den Paul Frisius erhalten hat, dessen lateinische Schrift zu Berlin 1756. unter dem Titel: Dissertation sur le mouvement diurne de la terre herausgekommen ist. Er bejaht die Frage, aber blos aus theoretischen Rechnungen, da zur Entscheidung wohl Beobachtungen nöthig wären, mit denen sich vielleicht ein geschickter Sternkundiger schon beschäfftiget hat.

213. Zus. Wenn die Erde 19. F. in A ist, so befinde sich der Mond in Zusammenkunft mit der Sonne, also in der Linie AS nach S zu; so sieht ihn die Erde bey V; Indem nun die Erde in ihrer Bahn um den Winkel ASE fortrückt, so rückt der Mond in seiner auch um einen gewissen Winkel fort. Die Sache sich ohngefähr, wie hier zulänglich ist, vorzustellen, nehme man an, die Erde rücke in einem Tage um einen Winkel von 1 Gr. fort, welches etwas zuviel ist (120); der Mond aber rücke in einem Tage um 13 Gr. fort, welches zu wenig ist (37), wäre also z. E. der Winkel ASE = 3 Gr; und man wollte wissen, wo die Erde den Mond drey Tage darnach sehen würde, nachdem sie ihn bey V gesehen hat, so verführe man so: der Mittelpunct der Mondbahn, welcher vorhin in A war, ist jetzo in E; Hätte der Mond in seiner Bahn keine eigene Bewegung um die Erde, sondern würde er nur mit seiner Bahn von der Erde um die Sonne geführt, so würde die Linie durch den Mond und die Erde sich beständig parallel bleiben: Man ziehe also durch

E;

E; Ea parallel mit AV; so bekömmt man die Linie, in welcher in diesem Falle der Mond der Erde erscheinen würde, wenn sie sich in E befindet. Aber indem die Erde aus A in E kam, ist der Mond mit seiner eigenen Bewegung, wie ich sie hier annehme, um einen Winkel von 90 Gr. fortgerückt; Man setze also auf aE ein Perpendikel Ec; so muß der Mond nun in diesem, und also bey ☋ zu stehen scheinen, weil man die Ekliptik in Vergleichung mit der Erdbahn unendlich groß annimmt, daß die Parallelen S☋; Ec beyde nach einem Puncte der Ekliptik zu gehen. So erhellet überhaupt, daß man die Linie, in welcher der Mond erscheinet, so findet: Man ziehe durch die gegebene Stelle der Erde eine Linie parallel mit derjenigen, in welcher der Mond das erstemahl erschiene, und setze darauf eine andere in dem Winkel, um welchen der Mond von der ersten Erscheinung an fortgerückt ist: So wird die eigene Bewegung des Mondes (37) begreiflich. Uebrigens zeigt sich auch hieraus, daß der Winkel SEc spitzig ist, oder der Mond noch nicht das erste Viertheil erreicht hat (175), wenn er um die Erde einen Winkel von 90 Gr. beschrieben hat; Eben so hat er 180 Gr; beschrieben, ehe er der Sonne entgegengesetzt wird; und 360 Gr; ehe er mit ihr wieder zusammen kömmt. Daher ist die Zeit des Umlaufs um die Erde, der periodische Monat, kürzer als der synodische, die Zeit von einer Zusammenkunft zur andern. La Caille Lect. Astr. §. 694. setzt jenen 27 T. 7 St. 43 M.. 5 S. diesen 29 T. 12 St. 44 M. 3. S. Die Mondbahn geht um die Erde, aber

aber nicht um die Sonne, weil der Mond bey der Conjunction neu ist (175). Daß die Mondbahn nicht in der Ebene der Ekliptik liegt, setze ich jetzo noch beiseite. Hieraus läßt sich erklären, warum der Erdschatten bey Mondfinsternissen, vom Morgen gegen Abend in den Mond zu rücken scheinet (177). Es sey 18. F. *; Sonne, Erde, Mond, in S, T, L, der letzte auch in der Ekliptik. Die Spitze des Erdschattens (Opt. 16.) sey in V. Nun bewege sich in einer gewissen Zeit die Erde aus T in t, daß die Spitze ihres Schattens aus V in v rücke. Weil ich hie, wie vorhin, auf den Unterschied der Mondbahn und der Ekliptik nicht acht gebe, so setze ich, der Mond komme während dieser Zeit in l, so daß, tλ mit TL gleichlaufend gezogen, λtl der Winkel ist um den er fortgerückt ist. Weil nun der Mond in einem Jahre fast 13 mahl um die Erde kömmt, so ist nach der mittlern Bewegung (s. unten 244) ohngefähr λtl = 13. VSv. Nun suche ich vtl. Ich will jetzo annehmen λtl sey grösser als λtv oder es sey ltv = λtl − λtv. Kömmt der Werth von ltv verneint, so findet das Gegentheil von dieser Voraussetzung statt. Tv werde von λt in η geschnitten, so ist λtv = ληv − TvS = LTV − TvS = LTV + VTv − TvS = LTV + VSv. Und weil nach der Voraussetzung λtl = 13. VSv; so ist ltv = 12. VSv − LTV, also bejaht, wenn 12 VSv > LTV. Gesetzt es sey LTV = 40′ und die Zeit = 2 Stunden. In dieser ist der Winkel VSv nach der mittlern Bewegung etwa $\frac{1^{\circ}}{12}$. Also würde ltv

= 20′.

= 20'. Es rücken also zugleich der Erdschatten und der Mond vom Abend gegen Morgen mit ihren eigenen Bewegungen fort, der Mond aber bewegt sich schneller als der Erdschatten, und hohlt ihn ein; daher es uns, die wir diese Bewegung des Mondes nicht bemerken, vorkömmt als rückte der Erdschatten nach der entgegengesetzten Richtung vom Morgen gegen Abend in den Mond.

214. Zus. Um die Sonne S 20. F. gehe ein unterer Planet (200) nach der Ordnung der Buchstaben a b c d e in seiner Bahn, und die Erde in der ihrigen nach ABCDE, so daß beyde allemahl zugleich die Stellen einnehmen, die mit ähnlichen Buchstaben bezeichnet sind. Beyde bewegen sich auch nach der Ordnung der Zeichen (211). So sieht ihn die Erde an den ersten Stellen nach Aa, und setzt ihn also an der Himmelskugel (27) an α, wo die verlängerte Aa hintrifft; Auf eben die Art setzt sie ihn das zweyte mahl an β und er scheint ihr also auf der Himmelskugel um den Bogen αβ fortgerückt zu seyn, und ferner um den Bogen βγ, indem er wirklich aus b in c und sie aus B in C rückt. Gesetzt nun indem er an d kömmt, befinde sich die Erde in dD der Tangente seiner Bahn: So wird er ein Stückchen in seiner Bahn fortgehen können, ohne daß die Erde solches Fortrücken bemerkt, weil sie ihn nähmlich immer in der Linie dD oder in einer davon nicht merklich unterschiedenen Linie, also immer bey δ, sieht. Rückt er nun ferner in e und die Erde in E, so kann die Linie Ee die Himmelskugel in einem Puncte ε treffen, der von δ nach γ zu liegt,

und er scheint der Erde um den Bogen de wieder zurücke gegangen zu seyn. Die Möglichkeit hievon kömmt blos auf die Verhältnisse der Weiten beyder Körper von der Sonne und der Geschwindigkeiten, mit denen sie um die Sonne gehen, an (Opt. 48). Man begreift hieraus, wenn der Planet rechtläufig (directus) stillstehend (stationarius) rückgängig (retrogradus) ist. Es erhellet auch, daß diese Umstände bey den obern Planeten ebenfalls statt finden können. Man s. Maier de planetar. stationibus Comm. Ac. Petr. T. II. p. 82. T. V. p. 57.

215. Erf. Die Zeiten dieser so wohl als anderer Umstände bey der Bewegung der Planeten finden sich, wie die Beobachtung sie weiset, aus der Hypothese (206) wenn man die Bedingungen, unter denen sie sich ereignen (214) gehörig bestimmt hat.

216. Anm. Diese Weltordnung heißt die Kopernikanische. Jetzo ist kein Sternkündiger bekannt, der an ihrer Wahrheit zweifelte, da sie mit den gehörigen Ergänzungen und Verbesserungen alle himmlische Erscheinungen auf das natürlichste und vollständigste erkläret. Der Geist ihres Erfinders, oder eigentlich Wiederherstellers (weil schon Aristarch und einige andere Alten, von der Bewegung der Erde um die Sonne sollen geredet haben,) zeigt unter andern seine Grösse auch darin, daß ihm viel Hülfsmittel gefehlt haben, die uns jetzt leichter auf diese Wahrheiten führen würden, z. E. 203. weil er noch keine Ferngläser kannte, und diese Begebenheiten nur voraus prophezeyen musste, da man ihm entgegensetzte, Venus zeige die Erscheinungen nicht, die sie nach seiner Weltordnung zeigen sollte. Die tychonische und ptolemäische Weltordnung und die Einwendungen, welche man wieder die wahre gemacht hat, gehören mehr in die Geschichte als in die Anfangs-

fangsgründe der Sternkunde, wenigstens nicht in so kurze als die gegenwärtigen seyn müssen. In einem ausführlichen Lehrbegriffe aber hat man der ptolemäischen deßwegen eine Stelle zu gönnen, weil sie soviel Jahrhunderte ist durchgängig angenommen worden, und weil selbst ihre Irrthümer den Weg zur Wahrheit gewiesen haben. Die tychonische unterscheidet sich von der kopernikanischen nur darinnen, daß die Sonne mit allen übrigen um sie gehenden Planeten um die Erde geführet, und dem himmlischen Körper die gemeine Bewegung beygelegt wird. Ihr Urheber hat zuerst die Möglichkeit und die Nothwendigkeit gewiesen, den Himmel richtiger zu beobachten als die Alten, deren Beobachtungen, Werkzeuge und Methoden zu beobachten, man über tausend Jahre ohne beträchtliche Verbesserungen beybehalten hatte. Vor ihm brachte Kopernikus aus so schlechten Beobachtungen als er haben konnte, durch die Stärke seines Nachdenkens die wahre Weltordnung heraus; Tycho, dem die Sternkunde in Absicht auf die Beobachtungen unendlich mehr zu danken hat als dem Copernicus, war zu groß, als daß ihm anderer Grösse hätte nachtheilig seyn können, und er dachte zu edel, als daß ihm dieses hätte einfallen können. Bey der Hochachtung, die er oft gegen den Kopernik bezeuget hat, würde er desselben Weltordnung gewiß angenommen haben, wenn ihn nicht die damahls gewöhnlichen Auslegungen der Schrift zurückgehalten hätten. Diese Auslegungen entdecken ihre Schwäche sogleich, wenn man nur die Stellen, welche von ihnen so gemißhandelt werden, mit Bedacht ansiehet. Wer behauptet, die Sonne habe im eigentlichen Verstande auf des Josua Befehl stille gestanden, der muß auch hinzusetzen, daß sie im eigentlichen Verstande über einem kleinen Theilchen der Erdfläche gestanden habe, obgleich jedermann zugestehet, sie sey vielmahl grösser als die Erde; und wenn der Lauf der Sonne im 19 Ps. nicht anders als im eigentlichen Verstande darf genommen werden, so muß ihr auch die Freude, die ihr da beygeleget wird, im eigentlichen Verstande zukommen. Man s. Wiedeburg Math. bibl.

bibl. praef. ſpec. 4. Schmids bibl. Math. V. Th. 1. C. Zimmermann S. S. copernizans, Nieuwetyt Gebr. der Weltbetr. 30. Betr. 15. H. u. a. m. von denen man eine Bibliothek nur über dieſe Auslegungen ſammlen könnte, die ſo viel Unnützes enthalten würde, als die meiſten Bibliotheken enthalten.

217. Aufg. Zu unterſuchen, ob die Gröſſe der Erdbahn, gegen die Weite der Fixſterne von uns eine merkliche Verhältniß habe.

Aufl. Co 21. F. ſey der Durchmeſſer der Erdbahn; C ſey nähmlich die Stelle der Erde, z. E. im Sommer und c ein halbes Jahr darauf im Winter. Findet man nun in den ſcheinbaren Lagen der Fixſterne gegen einander, und ihren Weiten von einander, zu beyden Zeiten keinen Unterſchied, zeiget ſich die Kugel der Fixſterne an ſich, die Veränderungen, welche von dem verſchiedenen ſcheinbaren Stande der Sonne unter ihnen herrühren, beyſeite geſetzt, zu einer Zeit wie zu der andern, ſo muß Cc und folglich die ganze Erdbahn für die Weiten der Fixſterne von uns ein Punct ſeyn, weil ſie uns überall ſo ausſehen, als betrachteten wir ſie aus einem einzigen Mittelpuncte. Dieſes nun trifft ſchon bey ziemlich genauen Beobachtungen ein, und berechtiget uns alſo in Abſicht auf die Fixſterne die Erdbahn für nichts zu ſchätzen. Z. E. die größte Höhe des Polarſterns, iſt vom Tycho, zu Uranienburg zu entgegengeſetzten Zeiten des Jahres, einerley gefunden worden; Kepler Aſtr. Cop. L. IIII. p. 493. Wollte man indeſſen unterſuchen, ob nicht ihre Gröſſe ſich durch ſehr ſcharfe Beobachtungen

tungen entdecken liesse, so würde folgendes dazu Anlaß geben: AB; ab; sey die Axe der Erdkugel in beyden Stellen, und CZ; cz; die Scheitellinie einerley Beobachters. Man nehme an, die Axe der Erdkugel bleibe sich beständig parallel, so wird dieses auch von der Scheitellinie gelten, welche mit der Axe immer einerley Winkel macht. Man messe also auf das genaueste die beyden Weiten einerley Sternes vom Scheitel; ZCS; zcS; Sind sie gleich, so sind die Linien CS; cS; parallel (Geom. 46. S. 2. Z.) oder der Stern ist so weit entfernt, daß der Durchmesser der Erdbahn gegen CS; cS; keine empfindliche Verhältniß hat, und es also in Absicht auf den Stern einerley ist, ob die Erde ruhet oder sich bewegt. Sind sie aber ungleich, so wird man daraus erkennen, die Erde habe nicht immer einerley Lage gegen den Stern, welcher als stilliegend angenommen wird.

218. Anm. Man hat dieses und ähnliche Verfahren, im vorigen Jahrhunderte zu unternehmen angefangen, um den Winkel CSc; die Parallaxe der Erdbahn, daraus zu bestimmen. Hook, Flamsteed, Römer, der ältere Horrebow und dessen Söhne; Cassini; und andere haben sich hierinnen viel Mühe gegeben. S. Petr. Horrebouii Copernic. triumph. und Christ. Horreb. de Parallaxi Fixar. Es ist aber leicht zu begreifen, daß nicht jede solche Veränderung der Weite eines Fixsternes vom Scheitel, diese Parallaxe darzuthun und zu bestimmen zureicht: Auser dem, daß hiebey darauf zu sehen ist, ob verschiedene Fixsterne einerley geben, so müssen auch diese Veränderungen bey einem einzigen Fixsterne nach gewissen Gesetzen erfolgen, die sich auf die Bewegung der Erde und auf die Lage des Fixsternes gegen die Ekliptik gründen. Manfredi hat

in

in s. Buche de annuis stellarum inerrantium aberrationibus gewiesen, daß sich dieses nicht von allen solchen beobachteten Veränderungen sagen läßt. Endlich hat Jac. Bradley gewiesen, daß die Erscheinungen so erfolgen müssen wie die Erfahrung sie zeiget, wenn man annimmt, das Licht brauche eine gewisse Zeit von einem Sterne zu uns zu kommen, wobey er findet, daß die wirkliche Parallaxe der Erdbahn, oder der Winkel CSc wie er sich finden müßte, wenn das Licht keine Zeit zu seiner Fortpflanzung brauchte, nicht 2 Secunden beträgt. S. den Lehrbegr. der Opt. 4. B. 7. C. 353. Seite.

219. Anm. Diese Lehre von der allmähligen Fortpflanzung des Lichtes (propagatio lucis successiua) läßt sich hier mit ihren Anwendungen nicht vortragen. Nur einigen Begriff davon zu geben so sey ZA 22. F. der Weg den das Auge in der Zeit zurücke legt, in welcher das Licht von einem unbewegten Sterne den Weg SA durchläuft, so kömmt der Lichtstrahl nach der Richtung SA ins Auge, indem dasselbe nach Aa fortgehen will. Das Auge also, das sich seiner Bewegung unbewußt ist, wird von dem Lichte so gerühret, als wenn dasselbe zugleich nach SA; und nach AZ mit Geschwindigkeiten, die sich wie diese Linien verhalten, an das Auge anstiesse. Wenn das Auge nähmlich nach ZA an etwas, das sich nach SA bewegt, anstößt, und solches mit einer Geschwindigkeit thut, die sich zu der Geschwindigkeit, mit welcher die andere Bewegung nach SA geschicht, verhält wie Aa = AZ, zu AS; so wird das Auge so gerühret werden, als ob es ruhete, und von etwas nach SA, von etwas andern nach aA, mit Geschwindigkeiten, die sich wie diese Linien verhalten, gestossen würde. Wenn es sich also seiner Bewegung nicht bewußt ist, so wird aus diesen beyden Empfindungen eine dritte so zusammengesetzt werden, wie aus den beyden Bewegungen die dritte zusammengesetzt wird, welches eben so geschicht, wie aus zwo Kräften die dritte zusammengesetzt wird (Mech. 62.). Man ergänze nähmlich das Parallelogramm unter den Linien, welche die Richtungen und

Ge-

Geschwindigkeiten der Bewegungen vorstellen, so stellt seine Diagonale AS die Richtung und die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung vor. Das Auge wird sich also einbilden, es bekomme das Licht nach der Linie sA oder es wird den Stern in die Linie As setzen, wenn es ihn in die Linie AS setzen sollte. Der Winkel SAs kömmt also blos auf die Verhältniß der Geschwindigkeiten des Lichtes und des Auges, imgleichen auf die Richtungen, nach denen beyde bewegt werden, an; Die Entfernung des Sternes hat keinen Einfluß. Wäre die Geschwindigkeit des Lichtes in Vergleichung mit der Geschwindigkeit des Auges unendlich groß, so wäre dieser Winkel = o das Auge könnte nähmlich alsdenn ebenfalls für ruhend angenommen werden, und da ist offenbahr, daß die allmählige Fortpflanzung des Lichtes die scheinbare Lage auf keine Weise ändern kann, sondern nur verursacht, daß der Gegenstand später gesehen wird. So ist dieses mit Opt. 43. u. f. zu vergleichen.

220. Anm. Gesetzt also, das Licht bewege sich in 8 Min. durch einen Weg, der so lang ist als die Weite der Sonne von uns, so braucht es (G. 43. S. 3. Z. Anm.) durch einen Weg so lang, als der Umfang eines Kreises von diesem Halbmesser ist, 2. 8, 3, 1415... = 50 Min; die Erde aber lege eben den Weg in 365 Tag. 6 St. 8 M. oder 525968 M. zurück, so verhalten sich die Geschwindigkeiten des Lichtes und der Erde, verkehrt wie die gefundenen Zeiten, oder das Licht ist 10464 mahl schneller als die Erde. Die Zeit, in welcher die Erde ihre Bahn durchläuft, wird so groß, als sie hier angegeben ist, gefunden, wenn man zu dem Sonnenjahre von 365 T. 5 St. 49 M. (123) so viel Zeit setzt als die Erde braucht, einen Winkel von 50 Sec. zu durchlaufen, um welchen die Nachtgleichen indessen vorgerückt sind (125).

221. Anm. Die allmähliche Fortpflanzung des Lichtes hat man folgendergestalt kennen gelernet. In der 23. F. sey A die Sonne; B Jupiter, LKEFG die Bahn, in welcher die Erde nach der Ordnung, nach der ich die Buchstaben

staben genannt habe, um die Sonne geht, der kleine Kreis um B sey die Bahn des ersten Jupiterstrabanten, von dem bekannt ist, daß er solche innerhalb 42 ½ Stunden um den Jupiter beschreibet. Nun befinde sich die Erde bey L daß Jupiter ihr ohngefähr 90 Gr. von der Sonne zu stehen scheint; und beobachte da einen Austritt des Trabanten bey D aus dem Schatten des Jupiters; Nach 42 ½ St. wird der Trabant wieder bey D seyn, und von neuem aus Jupiters Schatten treten; Indessen aber ist die Erde von L gegen K zu fortgerückt, und also weiter von D als sie vorhin war, wenn man annimmt, Jupiter verändere seine Stelle indessen nicht merklich: die Zeit also zwischen den beyden Augenblicken, da die Erde den ersten, und da sie den zweyten Austritt sieht, wird soviel länger als 42 ½ St. seyn, so viel Zeit das Licht nöthig hat, den Raum zu durchlaufen, um welchen die Erde indessen weiter fortgerückt ist. Diese Zeit ist in der That bey einem oder ein paar nach einander folgenden Umläufen des Jupiterstrabanten nicht merklich; aber sie wird merklich, wenn man viel nach einander folgende Austritte beobachtet, da man z. E. den ein und vierzigsten, viel später als 40. 41 ½ Stunden nach dem ersten sieht. Eben dieses Verfahren läßt sich bey den Eintritten anbringen. Man beobachtet sie, wenn die Erde sich auf der Seite FC ihrer Bahn befindet, da der Körper Jupiters sie hindern würde, die eigentlichen Augenblicke der Austritte zu bemerken, wie er dieses bey den Eintritten thut, wenn sie sich auf der Seite LK befindet. Römer, ein Däne, hat dieses zuerst bekannt gemacht. Es versteht sich, daß man die eigene Bewegung Jupiters u. a. Umstände, die hierein einen Einfluß haben können, in Betrachtung ziehen muß. So ist die Zeit von 8 M. (220) herausgebracht worden; die Bradley vermöge seiner Beobachtungen (218) auf 8 M. 13 S. setzt. Die Theorie der Veränderungen, welche dieses in den Erscheinungen der Fixsterne und der Planeten verursacht, hat Herr Euler gegeben; Comm. Ac. Petrop. T. XI. p. 150. und Mem. de l'Ac. de Prusse 1746. p. 141. Unter die astronomi-

nomischen Tafeln gehören nun auch solche, nach denen diese Veränderungen müssen berechnet werden.

222. Anm. Man kann also die Fixsterne für unsere Empfindung unendlich entfernt annehmen (218), so daß die Erde, wo sie auch in ihrer Bahn hinkömmt, immer noch einerley Lage gegen alle Fixsterne behält. Daher gibt es kein Mittel, die Weite der Fixsterne von uns zuverlässig zu bestimmen. Doch ist man darauf gefallen, die Stärke des Lichtes eines Fixsternes mit der Stärke des Lichtes eines Planeten zu vergleichen, und daraus zu schliessen, wievielmahl jener weiter von uns sey als dieser. Greg. El. Astr. Prop. 60. 61. Wohin auch Hugens Verfahren gehört, der die Sonne solchergestalt gegen den Hundsstern gehalten, und gefunden, dieser Stern müsse, wenn er der Sonne an Grösse gleich ist, wenigstens 27664 weiter von uns seyn als die Sonne, Cosmoth. L. II. p. m. 136. Ich habe dieses Verfahren im vollst. Lehrbegr. der Opt. 448. S. erläutert.

223. Erf. Auch die besten Fernröhre geben den Fixsternen keine merkliche Grösse; Sie stellen solche nur als helle Puncte vor, wenn sie die Planeten als Scheiben zeigen.

224. Zus. Der Sehewinkel, unter welchem ein Fixstern dem blossen Auge erscheinet, muß so geringe seyn, daß er auch durch die stärkste Vergrösserung unserer Fernröhre noch nicht merklich wird. Dieses ungemein kleine Bild, welches ein Fixstern im Auge macht, muß also durch die Stärke seines Lichtes empfindlich werden, und daher muß das Licht der Fixsterne ungemein viel stärker seyn als das Licht der Planeten; welche bey ihrer merklichen Grösse das Auge kaum so stark rühren.

225. Zus. Die Fixsterne können ihr Licht nicht von der Sonne haben, wie die Planeten (199). Es müßte sonst viel schwächer, ja gar unempfindlich seyn, da sie soviel weiter von der Sonne entfernt sind (222). Denn daß die Planeten der Sonne viel näher sind, erhellet schon aus dem, was (215) erinnert worden, und wird unten noch weiter erwähnt werden. Also hat man vollkommen Ursache den Fixsternen ihr eigenes Licht zu geben wie unserer Sonne, und wenn man nach der Aehnlichkeit schliessen will, wird man um jeden, Planeten gehen lassen, die von ihm erleuchtet und erwärmet, und von vernünftigen Geschöpfen bewohnet werden. Wenigstens können wir keine andern Absichten der Fixsterne erdenken.

226. Anm. Ob alle Fixsterne einerley, oder verschiedene Weiten von der Sonne haben, läßt sich eben so wenig ausmachen. Nimmt man an, daß die größten uns am nächsten sind, so lassen sich ihre Mittelpuncte nach Keplers Gedanken ohngefähr in gleichen Entfernungen von einander in die Oberfläche einer Kugel stellen, deren Mittelpunct die Sonne einnimmt. Thomas Wright, hat New Theory of the universe, Lond. 1750 herausgegeben, um den Einfall vorzutragen, die Fixsterne stünden in ordentlichen Lagen und gleichen Entfernungen und kämen uns nur so unordentlich vor, weil wir sie nicht aus dem gehörigen Gesichtspuncte betrachten.

227. Aufg. Ein Werkzeug, mit welchem man kleine Weiten am Himmel messen kann; ein Mikrometer (Dioptr. 103.) anzugeben.

Aufl. I. Man verfertige einen Ring 24. F. in dem sich durch zwey Löcher, deren Mittelpuncte einander

gerade

gerade gegenüber stehen; zwo gerade und gleiche Schrauben AC; BD, schrauben lassen, und bringt ihn an ein astronomisches Fernrohr so an, daß die Schrauben durch den gemeinschaftlichen Brennpunct beyder Gläser (Dioptr. 89.) gehen; wo sich die Sache, die man durch das Fernrohr siehet, abbildet, und die Schrauben deutlich gesehen werden.

II. Dieses Werkzeug wird zum Gebrauche folgendermassen eingerichtet. Man stelle das Fernrohr dergestalt, daß ein Stern im Aequator gleich am Ende der einen Schraube a erscheinet, und von der gemeinen Bewegung, indem das Fernrohr ganz stille liegt, in einer geraden Linie ab nach dem Ende der andern b geführet wird; Man bemerke nach einer genauen Uhr die Zeit, welche der Stern braucht diesen Raum zu durchlaufen, und verwandele solche in einen Bogen des Aequators (99). Nun zähle man, wievielmahl die Schraube BD muß herumgedrehet werden, bis ihre Spitze b an a gebracht wird, oder wenn man, die Spitze beyder Schrauben zusammenzubringen, auch AC umdrehen muß, so addire man die Anzahl der Umdrehungen. Bey jeder Umdrehung nähern sich die Schraubenspitzen einander um den Zwischenraum eines Schraubenganges; also mißt man auf diese Art den Raum ab, den ein Bogen des Aequators von gegebener Grösse einnimmt, das ist, den ein Gegenstand einnähme, dessen scheinbarer Halbmesser dieser Bogen wäre; oder man weiß, wieviel Umdrehungen dem Bilde ab einer Sache zugehören, die dem blossen Auge unter dem gegebenen Sehewinkel erscheinet. Weil

nun hier blos von kleinen Winkeln die Rede ist, so wird eine Sache, die dem blossen Auge unter dem halben Sehewinkel erschiene, im Fernrohre ein Bild haben, das halb so groß seyn wird, oder dem halb soviel Umdrehungeu zugehören werden, und so werden sich die Mengen der Umdrehungen wie die scheinbaren Grössen der Gegenstände verhalten.

III. Befindet sich der Stern ausserhalb des Aequators, so verwandele man die Zeit wie vorhin in einen Bogen des Aequators. Alsdenn aber sage man: wie der Sinus totus zum Cosinus der Abweichung des Sterns, so der gefundene Bogen zu einer vierten Zahl: diese vierte Zahl wird der Bogen, oder Winkel seyn, welcher jetzo in den Zwischenraum der Schrauben fällt, und nun eben so gebraucht wird wie vorhin unmittelbar der Bogen des Aequators.

IIII. Dieser letztere Theil der Regel ist nur beynahe wahr, und wird insgemein auch nur so erwiesen, daß man Gründe, die nur beynahe wahr sind, dabey annimmt; z. E. von Smith im Lehrbegr. der Opt. III. B. 8. C. 139. §. Es ist also wohl der Mühe werth, zu zeigen, was hie in völliger Schärfe wahr ist, und wie dieser beynahe wahre Satz daraus folgt. Weil ich mich doch hiebey auf den ersten Theil dieser Anfangsgründe beziehen muß, wird es erlaubt seyn auch eine Figur daraus, die sich gleich zu meiner Absicht schickt, zu brauchen.

V. Es sey Geom. 110. F. P der Pol; DE ein Bogen des Aequators, zwischen zween Stunden-

kreisen

kreisen (84), des Sterns Abweichung sey DG, er beschreibt also von seinem Tagekreise den Bogen GH, indem er von einer Schraube des Mikrometers zur andern kommt. Wieviel dieser Bogen GH oder der ihm ähnliche DE in Graden betragen, läßt sich aus der vorgeschriebenen Beobachtung der Zeit finden. Da man aber das Auge mit dem Fernrohre in den Mittelpunct C setzt (35), so ist die Frage, deren Beantwortung man hier verlangt; wie groß der Winkel GCH ist, wenn man sich von G, H, nach C gerade Linien vorstellt. Dieser Winkel nähmlich ist die scheinbare Grösse eines Gegenstandes, der auf der Himmelskugel den Raum GH einnähme.

Man stelle sich vor, es seyn auch gerade Linien GH, DE, als Sehnen der eben so genannten Bogen gezogen, imgleichen die gerade Linie CG = CD = a, denn so soll der Halbmesser der Kugel heissen. Der Winkel DCE = DFH heisse α; und der gesuchte GCH sey η.

Wenn der Sinus totus = 1 gesetzt wird, so ist $\sin \frac{1}{2}\alpha$ = der halben Sehne DE mit CD dividirt (Trig. 2. Erkl. 1. Zus.), also diese Sehne selbst $= 2a . \sin \frac{1}{2}\alpha$. Nun sind (aus Geom. 28. S.) die gleichschenklichten Dreyecke DCE, GFH ähnlich, weil ihre Winkel bey C und F gleich sind (Geom. 52. S.); also ist die Sehne $GH = \frac{\text{Sehne DE} . FG}{CD}$

$= 2a . \sin \frac{1}{2}\alpha . \cos \delta$ weil $\frac{FG}{CD} = \sin PCG = \cos \delta$.

Man stelle sich auf diese Sehne aus C ein Perpendikel gelassen vor, welches sie halbirt, so giebt ihre Hälfte mit CG dividirt den Sinus von $\frac{1}{2}$HCG (Trig. 8. S. I.), oder es ist $\sin \frac{1}{2}\eta = \sin \frac{1}{2}\alpha . \cos \delta$. Dieses wäre in völliger Schärfe richtig, man könnte die Logarithmen hiebey brauchen, und wenn man wollte aus Trig. 19. S. 5. Zus. eine Gleichung zwischen $\sin \eta$ und $\sin \alpha$ daraus herleiten, da man aber hie mit kleinen Winkeln zu thun hat, und selbige oft in Secunden sucht, so würden die Logarithmen nicht allemahl mit Bequemlichkeit gebraucht werden, und die Gleichung zwischen den Sinussen der ganzen Winkel wird zur logarithmischen Rechnung gar nicht mehr geschickt seyn.

VI. Gegentheils kann man hier annehmen, daß sich diese kleinen Winkel wie ihre Sinus verhalten. Also ist $\cos \delta = \frac{\sin \frac{1}{2}\eta}{\sin \frac{1}{2}\alpha} = \frac{\frac{1}{2}\eta}{\frac{1}{2}\alpha} = \frac{\eta}{\alpha}$ welches die Regel III. gibt.

VII. Noch bequemer aber ist die daraus fliessende Formel $\eta = \alpha . \cos \delta$.

Exempel. Der Stern hat 4M gebraucht, und seine Abweichung ist 60 Gr. Also ist (99. I.) $\alpha = 1^\circ$ und $\cos \delta = 0,5$ und $\eta = 0,5 . 1^\circ = 30'$.

VIII. Wenn man so $\cos \delta$ aus den Tafeln auf den Halbmesser = 1 bringt, so bedeuten seine letzten Zifern Zehnmilliontheilchen. Wenn aber α ein Grad ist, wie es nicht leicht grösser zu seyn pflegt, da man mit Mikrometern nicht eben grössere Winkel

als

als 1° messen will, so sind Zehntausendtheilchen von α schon kleiner als Secunden, und wenn man sich also begnügt η in Secunden zu wissen, so hat man nicht nöthig α mit kleinern Theilen von cosδ als mit Tausendtheilchen zu multipliciren, daß ist, man kann von cosδ die letzten vier Zifern abschneiden. Da nun die Sinus in den Zifern, die vor den vier letzten vorhergehen, sich nicht so bald ändern, sondern durch einige Minuten durch einerley bleiben, so erhellt, daß man die Abweichung nicht in der grösten Schärfe, sondern nur auf ein paar Minuten genau zu wissen nöthig hat.

VIIII. Eine andere Anwendung hievon wird folgende seyn: Ein sichtbarer Gegenstand am Himmel nehme den Raum des Bogens GH ein, und man bemerke die Zeit welche verstreicht, indem sich dieser ganze Gegenstand GH durch den Stundenkreis PD durchschiebt; zum vorausgesetzt, daß die tägliche Bewegung von H nach G geht (wie sie gehen muß, wenn P für den Nordpol, der ganze Kreis in der Figur für den Mittagskreis, und die halben Kreise der Figur als über die Fläche des Papiers erhoben angesehen werden), Diese Zeit verstreicht also zwischen den beyden Augenblicken, da des beweglichen sichtbaren Gegenstandes GH, vorhergehendes Ende G, und folgendes H, an einerley Stundenkreis PD antreten, und ist also so groß als die Zeit, die ein beweglicher Punct brauchte, den Raum HG zu durchlaufen, d. i. ihr gehört auf dem Aequator der Bogen α zu. Diese Zeit ist also dem Winkel DPE der beyden Stundenkreise gemäß, die den Ge-

genstand zwischen sich enthielten, und bleibt daher einerley, was diese Stundenkreise auch für eine Lage gegen den Mittagskreis haben, wie groß auch die Winkel DPL, EPL, seyn mögen, die allemahl, wie sie sich auch ändern, den gegebenen Unterschied DPE behalten. Also gehet ein Gegenstand der gegebene Grösse und Abweichung hat, durch einen Stundenkreis in eben so viel Zeit als durch jeden andern, oder auch durch den Mittagskreis. Dieses stimmt auch mit der gleichförmigen Umdrehung der Himmelskugel (83) überein.

X. Gesetzt also, man wisse des Gegenstandes scheinbare Grösse η, und Abweichung δ, man wolle daraus die Zeit berechnen, die er braucht, durch den Mittagskreis oder jeden andern Stundenkreis zu gehen; so ist (aus VIII.) $\alpha = \frac{\eta}{\cos \delta} = \eta . \sec \delta$ (Trig. 4. Erkl. 5. Zus.).

XI. Exempel. Den 1. Dec. 1764. ist der Sonne scheinbarer Durchmesser $\eta = 32' 31'',6$, ihre Abweichung $\delta = 21^\circ 57'$. Man sucht wie lange sie Zeit braucht durch den Mittagskreis zu gehen. Hier wäre eigentlich $\sec \delta = 1,0781550$. Man sieht aber wohl, daß das Gesuchte in Minuten und Secunden zu geben genug ist, wenn man die ersten Zifern der Secante behält, also $\sec \delta = 1,078$, setzt. Dieses mit $32'$ multiplicirt giebt $34',496$; Es sind aber $0' 496 = 0,496 . 60'' = 29'',760$ fast $30''$. Also ist dieses Product $= 34' 30''$. Auch ist $1,078 . 31'',6 = 34'',068$. Also betragen beyde

Pro=

Producte zusammen 35′4″, welches in Sternzeit verwandelt 2M 20S 16T giebt.

Die Zahlen sind aus Hrn. de la Lande conn. des mouv. cel. 1764. genommen, und eben daselbst steht für die Zeit, welche der Halbmesser der Sonne braucht durch die Mittagsfläche zu gehen 1 Min. 10 Sec.

XII. In so wenig Minuten, sind Sternzeit und Sonnenzeit nicht merklich unterschieden (99). Auch braucht man die Abweichung nicht in der größten Schärfe zu wissen. Wenn sec δ nicht viel grösser als 1 ist, wie bey der Sonne da δ nicht über 23° 30′ ist, so läßt sich die Rechnung auf diese Art mit den Zahlen selbst bequem bewerkstelligen. Wollte man den Cosinus brauchen, so erhellt aus Trig. 20. S. Ex. wie die Logarithmen zu brauchen wären.

XIII. Man setze, statt des Mikrometers (I.) befinde sich, eben an der Stelle wo es stehen sollte, ein Ring, durch dessen Mittelpunct zweene auf einander senkrechte Fäden ausgespannt sind, wie wenn Astr. 24. F. AB ein solcher Faden, und darauf ein anderer senkrecht wäre, kurz ein Fadenkreuz (Dioptr. 102.). Wenn man nun einen Stern im Fernrohre erblickt, so drehe man um die Axe des Fernrohrs das Fernrohr oder den Ring, bis der Stern am Faden BA hinstreicht: dieser Faden ist alsdenn im Tagekreise des Sterns (25), und der auf ihm senkrechte in einem Stundenkreise (84). Will man statt des Sterns die Sonne brauchen, so muß ihr oberer oder unterer Rand am Faden BA hinstreichen,

und eben so, wenn man den Mond oder einen Planeten brauchen wollte.

XIIII. Hat also der senkrechte Faden die Lage eines Stundenkreises, so bemerke man die Zeit, zwischen den Antritten des vorhergehenden und des folgenden Sonnenrandes an ihn. In Bogen des Aequators verwandelt giebt sie α, und folglich nach VIII. den Sonnendurchmesser $\frac{1}{4}$.

XV. So dient also das Fadenkreuz mit einer Uhr statt eines Mikrometers, aber nur für den Durchmesser der mit dem Aequator parallel geht.

XVI. In XIIII. wird die eigene Bewegung der Sonne beyseite gesetzt; Man kann fragen ob diese hier Irrungen mache? Gesetzt die Sonne brauche 4 M durch den Stundenkreis zu gehen, und verändere ihre Rectascension denselben Tag vom vorhergehenden Mittage bis zum folgenden um 1°; also in 4 M um 10″ (99. VIIII.) von dem Augenblicke an, da der vorhergehende Sonnenrand an den Stundenkreis tritt, bis an den Augenblick, da der folgende daran tritt, ist dieser folgende, in der Zeit von 4M um 10″ des Aequators gegen Morgen gerückt: die Zeit zwischen beyden Antritten, ist also soviel länger als sie seyn würde, wenn die Sonne keine eigne Bewegung hätte, soviel 10″ des Aequators Zeit brauchen, sich durch den Stundenkreis zu schieben, das ist um 39 T 52 Qua. Der Fehler also, der daraus entspringt, daß man hier die eigene Bewegung beyseite setzt, beträgt keine ganze Secunde, und giebt daher mit cos δ, welches ein eigentlicher

licher Bruch ist, multiplicirt, in dem Durchmesser der Sonne, den man aus der Beobachtung schließt, einen Fehler, der noch ein viel geringeres Stück einer Secunde ist (VII.). Da nun die Sonne allemahl viel weniger als 4M Zeit braucht, und ihre Rectascension sich in einem Tage auch nicht viel über 1° ändert, so ist das Verfahren §. XIIII, bey der Sonne ohne merklichen Fehler richtig. Beym Monde aber würde es, wegen seiner etwa 13mahl schnellern eigenen Bewegung fehlerhafter seyn. Man kann was den Mond betrifft dieserwegen de la Lande Exp. d. C. A. 201. u. f. Art. nachlesen.

XVII. Aus dem angeführten, wird man andere Vorrichtungen verstehen, wo Fäden die Stelle eines Mikrometers vertreten, als im Lehrbegr. der Opt. 3. B. 8. C. 132..134. §. Popow, method. obs. eclipses luminar. Comm. Nou. Ac. Petrop. T. II. p. 413. Man kann auch mehr Fäden senkrecht auf AB oder damit parallel ziehen. Zur letzten Art gehört des seel. Mayers Mikrometer kosmogr. Samml. 1. S. nur daß er statt der Fäden Linien auf einem Glase braucht.

XVIII. Ich habe I. das Mikrometer als das einfachste beschrieben, welches Christfried Kirch Miscell. Berolinens. p. 202. bekannt gemacht hat. Künstlichere kann man aus dem Lehrbegr. der Opt. 3. B. 8. C. Balthasaris Micrometria u. a. m. kennen lernen. Der Grund von allen beruhet darauf, daß ein Bild im Brennpuncte gemessen, und daraus der Sache scheinbare Grösse geschlossen wird, sie können

nach

nach II; III. zum Gebrauche eingerichtet werden. Herr Euler Mem. de l'Ac. de Pr. 1748. 121. S. ist geneigt, das Kirchische allen kostbarern vorzuziehen, nur daß sich die Schrauben in Spitzen endigen sollen. Der Herr v. Segner hat Comm. Reg. Soc. Sc. Gott. T. I. p. 27. gewiesen, wie man das Mikrometer gebrauchen könne, grössere Winkel damit zu messen, als bisher gewöhnlich gewesen ist, und Herr Aepin Mem. de l'Ac. de Pr. 1756. p. 365. über dieses Werkzeug verschiedene Untersuchungen angestellt.

228. Anm. Bey der Sonne und dem Monde ist es wegen der beträchtlichen Grösse dieser Körper und ihres beständigen Fortrückens schwer, beyde Ränder genau an die Schrauben oder Fäden des Mikrometers zu bringen. Herr Bouguer hat daher Mem. de l'Ac. des sc. 1748. p. 11. ed. de Par. einen besondern Sonnenmesser (heliometre) vorgeschlagen, zwey Vordergläser nähmlich, da jedes ein verkehrtes Bild der Sonne macht, und da sich also das Bild des einen Sonnenrandes, in dem einen Sonnenbilde, nach dem Bilde des entgegengesetzten Sonnenrandes in dem andern Sonnenbilde zukehret. In Engelland hat man auch angefangen dergleichen Paar Objectivgläser zum Mikrometer anzuwenden. S. Phil. Transf. Vol. 48. P. II. art. 74. und des P. Boscovich Theoria micrometri obiectiui, bey de la Caille lection. elem. optic. Wien 1757. Aristarchs und Archimedes Art den Sonnendurchmesser oder wenigstens seine Gränzen zu bestimmen, findet man in des Archimedes Sandrechnung.

229. Anm. Es ist leicht zu begreifen, daß man statt des 229. I...III. beschriebenen Verfahren jedes andere gebrauchen könne, wo sich ein Bild von einer Sache messen läßt, deren scheinbare Grösse anderswoher bekannt ist. So kann man sich des Durchmessers der Sonne aus astronomischen Calen-

Calendern bedienen. Man richtet auch das Fernrohr nach einer etwas entlegenen Sache, deren wahre Grösse und Entfernung man genau gemessen hat, daraus die scheinbare zu berechnen (Dpt. 32.). Hier wird das Bild etwas weiter vom Vorderglase fallen als desselben Brennpunct. Des Bildes Weite vom Glase sey = f, der Sache ihre = b, des Vorderglases Brennweite = l, so ist das Bild um $f-l=\frac{l^2}{b-l}$ weiter hinter dem Glase als der Brennpunct (Dioptr. 29.). Um soviel muß das Fernrohr verkürzt werden, wenn man es nach diesem bey den unermeßlich weiten Weltkörpern brauchen will. Herr Bouguer macht diese Erinnerung Figure de la terre IIII. Sect. art. 6. Eben daselbst erinnert er auch, daß Beobachter, die sich nach ihrem Gesichte das Augenglas anders stellen müssen (Dioptr. 91.) verschiedene Bilder des Gegenstandes (Dioptr. 51.) deutlich sehen, und hieraus Verschiedenheiten im Mikrometer entstehen. Uebrigens versteht es sich, daß für einen Beobachter das Mikrometer immer in einerley Stellung gegen die Gläser bleiben muß, daher man die Fernröhre, wo man es anbringen will, aus einem Stücke macht, nicht aus Röhren, die sich in einander schieben und ausziehen lassen, zusammen setzt. Wie man Bouguers Sonnenmesser zum Gebrauche einrichtet beschreibt de la Lande, expoſition du calcul. Aſtronomique art. 222.

230. Erf. Die scheinbaren Durchmesser der Weltkörper sind nicht immer einerley, (eine Folge aus der kopernikanischen Weltordnung). In Cassini Elem. de l'Astr. findet man sie folgendergestalt angegeben:

Der S. größter	32 M. 37½ S. d. 23. Dec. 1732	L. II. ch. V. p. 127.
kleinster	31 M. 32½ S. d. 30. Jun. 1735	
Merkurs	6 S. 40 T.	L. VIII. p. 580.

Der

Der Venus $\frac{1}{276}$ des Sonnendurchmessers
bey ihrem Durchgange d. 4. Dec. 1639.
da ihre Weite von der Erde 0,26 der
Weite der Erde von der Sonne war
L. VII. p. 510.

Des Mars gröſster Durchm. 30 S.
sein kleinster ist zuweilen siebenmahl
kleiner L. VI. p. 457.

Ferner setzt Kirch de diametro Iouis apparente; Misc. Berol. contin. II. aus verschiedenen Beobachtungen

Jupiters gröſsten Durchm.	1 M.	3 S.	15 T.
mittlern		47	30
kleinsten		38	5

Hugen Syst. Saturn. p. 77. seq.

Saturns kleinsten Durchmesser	30 S.	
des Ringes	1 M.	8 S.

Cassini berechnet Elem. de l'Astr. L. III. ch. 15. aus seiner Theorie

des Mondes gröſsten Durchm.	33 M.	38 S.
kleinsten	29	30

Bradley hat den Durchmesser der Sonne in ihrer gröſsten Entfernung mit einem Fernrohre von 15. F. etwa 31 M. 30½ S. gefunden. Völlig eben so groß hat ihn Herr de la Lande mit einem Sonnenmesser von 18. F. und solchen Vorsichtigkeiten gefunden, dabey er vor einem Fehler einer einzigen Secunde sicher zu seyn glaubt. Doch könnte der Sonnendurchmesser wohl durch längere Fernröhre

kleiner

kleiner gefunden werden, als durch kürzere. Bouguer hat vermittelst des Sonnenmessers, den verticalen Durchmesser ohngefähr um eine Secunde gröſſer gefunden als den horizontalen, da doch die Refraction den verticalen um 2 S. kleiner hätte machen sollen. Er will aber daraus nicht schlieſſen, daß der verticale wirklich gröſſer sey, weil ihn die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen vergröſſern kann. Uebrigens trauet man der Beobachtung des kleinsten Durchmessers mehr als der Beobachtung des gröſßten, weil bey der letztern die Sonne allemahl niedrig steht, daher die Refraction mehr Ungewiſßheit macht. De la Lande Expos. du Calc. Astr. art. 113. u. f. Art.

Um die Zeit, da Cassini vorerwähnten Durchmesser der Venus beobachtet, ist der Sonnendurchmesser etwa 32 M. 40 S. welches für die Venus 75 Sec. gäbe. Nähme man ihn nur 32 M. an, so käme doch für die Venus fast 73 S. Beym Durchgange 1761. (193) fand Pingré der Venus Durchmesser 54 bis 55 Sec. Chappe d'Autroche beym Eintritte 57 S. 33 Tert. beym Austritte um $7\frac{1}{4}$ S. gröſser, welches er der Erscheinung der niedrigen Venus durch Dünste und einem ihm an der Venus erschienenen lichten Ringe zuschreibt. Man s. des P. Hells Ephemerides anni 1764. p. 210. und 216. Mallet setzte ihn damahls zwischen 57 und 58 Sec. Abh. der Kön. Schwed. Akad. der Wiss. 1761. April May Jun. 5. Abhandl. welches Wargentin eben das. Jul. Aug. Sept. 1. Abhandl. aus den Zeiten des Austritts bestätiget.

Dieses

Dieses wird genug seyn, von den scheinbaren Grösſen der Weltkörper einigen Begriff zu geben.

231. Zuſ. Wenn man die Minuten zu Secunden macht, ſo verhalten ſich der gröſßte und der kleinſte Durchmeſſer der Sonne gegeneinander wie 1957,5 : 1892,5 = 783 : 757.

232. Zuſ. Die Sonne ſieht uns um den Winterſtillſtand am gröſßten aus, und iſt uns alſo da am nächſten, um den Sommerſtillſtand aber am weiteſten von uns.

233. Zuſ. Die Sonne ſey in S 25. F. die Erde am weiteſten von ihr in A; am nächſten bey ihr in P; auch PC = AC = $\frac{1}{2}$ AP; ſo iſt

SP : AS = 757 : 783 alſo (Ar. V. 34. Zuſammeng.)
AP : AS = 1540 : 783 folglich $\frac{1}{2}$ AP oder
AC : AS = 770 : 783 oder
AS : AC = 783 : 770 und (Ar. a. a. O. getheilt)
CS : AC = 13 : 770. Sezt man alſo AC = 100000

ſo iſt $CS = \frac{130000}{77} = 1688.$

De la Lande Exp. du Calc. Aſtr. art. 116. nimmt CS = 1682, woraus der Durchmeſſer in der Erdnähe um 64,8 S. gröſſer folgt, als der vorhin in 230. von ihm angegebene kleinſte.

234. Zuſ. Die Erde geht nicht in einem Kreiſe um die Sonne, deſſen Mittelpunct die Sonne einnähme; alſo muß ihre Bahn entweder ein Kreis auſer deſſen Mittelpuncte die Sonne liegt, ein eccentriſcher Kreis, oder gar kein Kreis ſeyn.

235. Erkl.

235. Erkl. Die Stellen einer Planetnebahn, wo der Planet am weitesten von der Sonne und wo er ihr am nächsten ist, wie A; P; 23. F. heissen die Sonnenferne und die Sonnennähe (Aphelium, und Perihelium) mit einem gemeinschaftlichen Nahmen Apsides; und die Linie AP durch sie, die grosse Axe (linea apsidum); der Punct C (233), der Mittelpunct; der Sonne Entfernung vom Mittelpuncte SC, die Eccentricität; ein Kreis aus C mit der halben Axe CP beschrieben, der eccentrische Kreis.

236. Erkl. Man stelle sich einen Faden SMF 25. F. vor, dessen beyde Enden in S, F, befestiget sind, er soll seine Länge durch Dehnen nicht verändern lassen; Man ziehe den Faden so an, daß SM, MF, ein paar geradelinichte Stücken von ihm werden, die den Winkel SMF mit einander machen; und führe einen Stift beständig an diesem Winkel herum, so wird dieser Stift eine Ellipse AMPN beschreiben, bey der AP die grosse Axe und S; F; die Brennpuncte (foci) heissen.

237. Zus. Die Summe der beyden Linien aus jedem Brennpuncte an einen Punct der Ellipse ist allemahl der grossen Axe gleich, oder $SM + MF = SN + NF = SP + FP = SA + FA$; also wegen der letzten Gleichung $SP + SF + SP = SF + FA + FA$ oder SF auf beyden Seiten abgezogen; $SP = FA$ daher $SP + FP$ oder $SP + SF + SP = SP + SF + FA = PA$.

238. Zus. Wenn die Puncte S, F; in C zusammengehen, so verwandelt sich die Ellipse in den eccentrischen Kreis (235), von welchem sie also desto mehr unterschieden, desto länglichter ist, je mehr die Eccentricität CS in Vergleichung mit der Axe AP beträgt.

239. Hypothese. Jeder Planet beschreibt um die Sonne eine Ellipse, 25. F. in deren einem Brennpuncte S, die Sonne liegt. Das Gesetz, nach dem er sich bewegt, ist folgendes: Wenn er sich in M befindet, so verhält sich das Stück der elliptischen Fläche, das zwischen den Linien SA; SM enthalten ist, zu der Fläche der ganzen Ellipse wie die Zeit, welche der Planet braucht von A nach M zu kommen, zu der Zeit seines ganzen Umlaufes.

240. Anm. Man stelle sich vor, der Planet, der von A ausgeht, führt eine Linie aus der Sonne nach ihm, wie SM, immer mit sich; so verhält sich die Zeit von A nach M zur Umlaufszeit, wie der Raum, über welchen diese Linie weggestrichen ist, indem er von A nach M kame, zum ganzen Raume der Ellipse. Die Linie SM heißt radius vector, oder interuallum.

241. Zus. Eben so wird sich die Zeit durch APN zur Umlaufszeit verhalten, wie das Stück der Ellipse zwischen SA, SN, und dem Bogen APN zur ganzen Ellipse. Folglich ist

Zeit durch AM : Umlaufszeit = Fläche ASM : Ellipse
Umlaufsz. : Z. d. APN = Ellipse : Fl. ASN also

Zeit d. AM : Z. d. APN = Fl. ASM : Fl. ASN

oder die Zeiten, in welchen ein Planet gewisse Bogen seiner Bahn durchläuft, verhalten sich wie die

elliptischen Räume, die zwischen diesen Bogen und Linien, die aus der Sonne an ihre Endpuncte gehen, enthalten sind.

242. Zus. Die Bewegung des Planeten ist also nicht gleichförmig, weder in Absicht auf die Bogen, noch in Absicht auf die Winkel an der Sonne. Weder die Längen der Bogen AM; APN; noch die Winkel ASM; ASN (= 2R + PSN) verhalten sich wie die Zeiten, in denen der Planet von A nach M und nach N kömmt.

243. Zus. Wenn die Bogen AM; PN; in gleichen Zeiten durchlaufen werden, so muß jener kürzer als dieser seyn. Die Flächen ASM; PSN nähmlich sind gleich, und da jene zwischen längere Schenkel SA; SM; eingeschlossen ist als diese; so muß sie dagegen schmähler seyn, d. i. einen kürzern Bogen zur Grundlinie haben. Der Planet geht also in Absicht auf Winkel und Bogen (241) in der Sonnennähe schneller als in der Sonnenferne. Wenn die Erde z. E. aus ihrer Sonnenferne so weit fortrückt, daß der Winkel ASM = 30 Gr; so scheint ihr die Sonne um ein Zeichen fortgerückt zu seyn. Dazu nun braucht sie längere Zeit, als wenn ihr die Sonne, die ihr am nächsten gewesen ist, um ein Zeichen fortgerückt erscheinen, oder der Winkel PSN = 30 Gr. seyn soll.

244. Erkl. Die mittlere Bewegung heißt die, bey welcher man annimmt, es würden in gleichen Zeiten gleiche Winkel um die Sonne beschrieben; oder die beschriebenen Winkel verhielten sich wie die Zeiten.

Es sey 4R : ASL = der Umlaufszeit des Planeten : der Zeit, die er braucht durch AL zu kommen; so wird, wenn dieses beständig so angenommen wird, der Punct L die Ellipse mit der mittlern Bewegung durchlaufen. Nimmt man das Sonnenjahr 365 T. 5 St. 48 M. an (123), welches $(365 + \frac{1}{4} + \frac{1}{30})$. Tage oder $\frac{262974}{24.30}$ Tage beträgt, so ist

die mittlere tägliche Bewegung $= \frac{360^{\circ}.24.30}{262974}$

$= 59' 8''$. Um soviel verändert sich also in einem Tage der mittlere Ort der Sonne, imgleichen ihre mittlere Rectascension, weil sich die Rectascension in einem Jahre auch um 360° ändert. Aus dem letzten folgt, was (98) aus der Erfahrung angegeben worden.

245. Erkl. Die mittlere Anomalie, heißt die Zeit, welche der Planet braucht den Bogen AM zu durchlaufen; oder das ihr gemässe Stück der elliptischen Fläche ASM; die wahre oder coäquirte heißt der Winkel an der Sonne ASM; dieses Winkels Unterschied von dem Winkel ASL (247) heißt die Gleichung (aequatio, prostaphaeresis).

246. Anm. Wenn die Verhältniß der Eccentricität zur Axe, und also die Gestalt der Ellipse (239) gegeben ist, so muß man finden, was für einen Winkel ASM ein paar Linien machen, die ein gegebenes Stück der elliptischen Fläche ASM zwischen sich einschliessen, oder was für eine wahre Anomalie zu einer gegebenen mittlern gehört. Wie dieses bewerkstelliget wird, läßt sich hier gar nicht zeigen. Wenn es aber bewerkstelliget ist, so läßt sich der Gebrauch

hievon

hievon leicht begreifen; man hat nähmlich auf diese Art den Winkel ASM, in dessen Schenkel SM sich der Planet eine gegebene Zeit, nachdem er in der Sonnenferne gewesen ist, befindet. Ist die Gleichung (245) bekannt, so berechnet man für die gegebene Zeit den Winkel ASL nach der Regel Detri, und addirt oder subtrahirt dieselbe. Auch läßt sich aus dem Winkel ASM die Weite des Planeten SM finden, wenn man die halbe Axe als bekannt annimmt oder derselben eine gewisse Menge gleicher Theile, z. E. 100000 gibt.

247. Anm. Diese Theorie (239. u. f.) heißt von ihrem Erfinder die Keplerische. Die Gründe der ganzen Sternkunst, die wahre Weltordnung, und die wahren Gesetze der himmlischen Bewegungen, hat man zween Deutschen, dem Kopernik und dem Kepler, zu danken. Die alten Sternkündiger liessen die Planeten in eccentrischen Kreisen (234) um die Erde oder um die Sonne gehen; wie wenn der Kreis (235) eine Planetenbahn wäre. Dieses that den Erscheinungen so ziemlich genug, wenn die Planeten in Ellipsen gingen, die nicht sehr eccentrisch waren (238); aber bey andern, besonders beym Mars, wollte es gar nicht mit den Erscheinungen übereinstimmen. Kepler hat also vermuthlich auf die Ellipse und auf ihre Brennpuncte gerathen, weil sie unter den krummen Linien, die sich wieder in sich selbst schliessen, die bekannteste nach dem Kreise ist, und die Brennpuncte vorzüglich merkwürdige Puncte in ihr sind. Seine Muthmassung aber ist so glücklich gewesen, daß sie jetzo eine Wahrheit geworden ist, die alle Erscheinungen bestätigen. Er hat sie in seinem Buche de motibus stellae Martis 1609. bekannt gemacht.

248. Aufg. Zu untersuchen, ob die Axe der Erdbahn (235) beständig einerley Lage behält.

Aufl. Man vergleiche Beobachtungen der Sonnenferne (232) mit einander, zwischen denen eine lange Zeit verflossen ist; der Unterschied zwischen

der Sonne Stellen bey beyden Beobachtungen, wird anzeigen, um was für einen Winkel die Axe sich verrückt hat, und wenn man annimmt, dieses Fortrücken geschehe gleichförmig, so kann man daraus bestimmen, wieviel es jährlich beträgt.

Man setze, die Linie SV 26. F. geht durch die Nachtgleichen, und die himmlischen Zeichen liegen nach der Richtung PMAN; so ist der Winkel VSP die Länge der Sonne (107) in der Erdferne, oder wenn sich die Erde in A in der Sonnenferne befindet. Eigentlich nähmlich ist diese Länge der Winkel OAP wenn AO von der Erde durch die Nachtgleichen geht; Aber AO; SV sind gleichlaufend. Findet man nun zu einer andern Zeit, die Länge der Sonne in der Erdferne = VSp so hat sich die Axe aus der Lage AP in die Lage ap um den Winkel PSp verrückt. Aus Walthers zu Nürnberg 1503 angestellten Beobachtungen mit Cassinis seinen 1738 verglichen, (Cassini El. de l'Astron. L. II. ch. 9.) folgt

1503; VSP =	3 Zeich;	4°:	9′;	10″;
1738; VSp =	3;	8;	19;	8;
Fortrücken in 235 Jahren PSp =		4;	9;	58;
gibt in einem Jahre			1;	4;

Andere Beobachtungen geben einigermassen andere Bestimmungen. In des Herrn de la Caille Tab. Solar. (Par. 1758.) ist es Tab. II. jährlich 1′ 5″ ½ angenommen.

Ist

Ist also die Erdferne (apogeum) der Sonne nach Cassinis Beobachtung an der angezeigten Stelle im Jul. 1738. gewesen, und in einem halben Jahre um 32″ vorgerückt, so war sie im Anfange des Jahres 1739. in ♋ 8° 19′ 40″. Will man sie nun für des Jahres 1759. Anfang wissen, so muß man erwägen, daß vom Anfange des J. 1739. zum Anfange 1759. 20 Jahre verflossen sind, welches ein Fortrücken von 20. 64″ = 21′ 20″ gibt, also ist alsdenn die Stelle der Erdferne in ♋ 8° 41′ oder in ♌ 8° 41′.

249. Anm. Die Erde befinde sich einen gewissen Augenblick in A, in der Sonnenferne. Nach Ablauf eines Sonnenjahres (123) erscheint ihr die Sonne in eben der Entfernung vom Aequator; in eben dem Abweichungskreise; aber die Erdbahn hat sich indessen um den Punct S gedreht, daß ihre Axe in die Lage ap gekommen; und also befindet sich die Erde noch nicht in der Sonnenferne: daher macht man drey Umläufe der Sonne; den tropischen, das Sonnenjahr (123), den anomalistischen, da die Erde erwähntermassen wieder in die Sonnenferne kömmt, oder wieder eben die mittlere Anomalie (245) hat, und den siderischen, das Sternjahr, da die Sonne der Erde genau wieder bey eben dem Fixsterne erscheinet, dergleichen (220) ist berechnet worden; de la Caille setzt aus Beobachtungen Lect. El. Astr. §. 490.

den siderischen;	365 T.	6 St.	8 M.	58 S.
den tropischen;	365	5	48	43
den anomalistischen;	365	6	16	0

250. Erkl. Wenn man sich eine erdichtete Sonne vorstellt, welche in der Zeit des Sonnenjahres (123) den Aequator mit einer mittlern Bewegung (244) durchliefe, so heißt der Augenblick, da

sie jedesmahl an den Mittagskreis käme, der mittlere Mittag und die Zeit zwischen zween solchen nächsten Mittagen, der **mittlere Sonnentag**; aber der Augenblick, in dem die wahre Sonne den Mittagskreis erreicht, der **wahre Mittag** und die Zeit zwischen zween nächsten wahren Mittagen der **wahre Sonnentag.**

251. Zus. Die erdichtete Sonne verändert ihre Rectascension täglich um 59′ 8″ (244) und also ist der mittlere Sonnentag der 99 bestimmte; die wahre Sonne aber verändert ihre Rectascension von einem Mittage zum andern nicht allemahl gleichviel, theils weil die Ekliptik schief gegen den Aequator liegt, theils weil sich die Sonne in ihr nicht gleichförmig bewegt (247), daher ist der Ueberschuß des wahren Sonnentags über den Sterntag nicht immer einerley (98), und dieses gibt die Ursache der Erfahrung (97) an.

Wenn sich die Sonne in der Erdferne befindet, so wächst ihre Rectascension in einem wahren Sonnentage, um 1° 2′ 6″, daß sich also in diesem Sonnentage 361° 2′ 6″ des Aequators durch den Mittagskreis schieben müssen. Dieses gibt aus (99) diesen wahren Sonnentag = 24 h + om + 11 s + 22 t oder er ist ohngefähr 12 s länger als der mittlere Sonnentag. De la Caille Lect. El. Astr. §. 319. Um den 11 Febr. 14 May, 26 Jul. 1 Nov. verändert sich die Rectascension der Sonne von einem Mittage zum andern um 59′ 8″ und der wahre Sonnentag ist alsdenn dem mittlern gleich. Am

meisten

meisten sind beyde alsdenn unterschieden, wenn sich die Sonne um o° 46′ von ♈; ♎; und um 3° 12′ von ♋; ♑ befindet. S. Cal. Astr. Berol. 1755.

252. Zus. Wenn eine Uhr so gestellt ist, daß sie den mittlern Sonnentag in seine 24 Stunden eintheilet, oder wenn sie nach der mittlern Sonnenzeit gestellt ist, so kann sie mit der wahren Sonnenzeit nicht übereinstimmen. Wiese sie z. E. an dem wahren Mittage der Erdferne (251) gleich 12 so könnte sie den nächstfolgenden wahren Mittag nicht wieder 12 zeigen, sondern müßte 12 Secunden darüber weisen. Wenn man also den Durchgang der Sonnen durch den Mittagskreis, oder den Augenblick für jeden andern wahren Stand der Sonne nach einer solchen Uhr beobachtet, so braucht man eine Berechnung, die mittlere Zeit in die wahre und umgekehrt zu verwandeln, zu welcher Absicht Tafeln verfertiget, und astronomischen Kalendern beygefügt werden. Der allgemeine Grund dieser Tafeln beruhet darauf: Der Unterschied zwischen den beyden Sonnentagen (250) die **Gleichung der Zeit**, ist die Zeit in der sich der Bogen des Aequators durch den Mittagskreis schiebet, um welchen die wirkliche Rectascension der wahren Sonne, von der Rectascension der erdichteten unterschieden ist; die letztere aber ist der mittlern Länge der Sonne gleich (244); und also findet man die Gleichung der Zeit, wenn man den Unterschied unter der mittlern Länge, und der wahren Rectascension der Sonne, in Zeit verwandelt. In den gewöhnlichen Tafeln nimmt man an, eine Uhr weise 12 an dem

wahren Mittage eines gewissen Tages, und berechnet nach dem angeführten Gründe, wieviel sie an dem wahren Mittage jedes andern Tages im Jahre weisen muß. Tafeln, die auf diese Art eingerichtet sind, gelten eigentlich nur für ein Jahr, so wohl wegen des Vorrückens der Nachtgleichen als wegen der Beschaffenheit unserer Jahre, wovon die Chronologie Unterricht geben wird. Ihr Gebrauch muß aus den Vorschriften erlernet werden, die man ihnen beygefügt antrifft.

253. Aufg. Die Oppositionen der obern Planeten mit der Sonne zu beobachten.

Aufl. Um die Zeit, da der Planet der Sonne entgegengesetzt wird, beobachte man verschiedene Nächte nach einander seinen Durchgang durch die Mittagsfläche, daraus man die Rectascension (105) und Abweichung (66) und folglich die Länge (109) findet. Dieses setze man fort, bis die Länge von der Sonnen ihrer gleich 180 Gr. unterschieden ist. In diesem Augenblicke ist der Planet der Sonne entgegengesetzt. Findet man denselben Augenblick nicht genau, so setzt man die Beobachtungen so lange fort, bis der erwähnte Unterschied über 180 Gr. beträgt, und weil man auf diese Art das Wachsthum der Länge in 24 St. weiß, so kann man nach der Regel Detri berechnen, wenn der erwähnte Unterschied gleich 180 Gr. betragen habe. Ein Exempel am Saturn giebt Cassini El. d'Astr. L. IIII. ch. 2. p. 348.

254. Zus.

254. Zus. Weil man die untern Planeten durch Fernröhre auch bey Tage neben der Sonne sehen kann, so lassen sich ihre Conjunctionen auf eben die Art beobachten.

255. Anm. Bey den Oppositionen und Conjunctionen wird der Planet aus der Sonne und aus der Erde nach einerley Linie gesehen; daher dienen sie die Umlaufszeiten der Planeten zu bestimmen; Bey den untern Planeten bedient man sich auch der größten Digressionen von der Sonne (202) dazu. Man wird auch dadurch in den Stand gesetzt ihre Bahnen zu verzeichnen, und die Lagen der Axen (235) zu finden. Man muß dabey, wie fast durchgängig in der Astronomie; anfangs Bestimmungen annehmen, die nur ohngefähr richtig sind, und durch dieser Verbesserungen der Wahrheit immer näher kommen.

256. Erf. Die Planeten erscheinen nicht beständig in der Ekliptik, sondern haben bald nordliche, bald südliche Breite (107).

257. Zus. Man kann also wenigstens zu weiterer Untersuchung annehmen, jede Planetenbahn sey eine Ebene, welche gegen die Ekliptik in einem gewissen Winkel geneigt ist, und sie in einer gewissen Linie schneidet.

258. Erkl. Die Erde befinde sich in ihrer Bahn bey T 26. F; die Sonne in S, ein Planet in P; seine Bahn sey in einer Ebene durch OPN, welche die Ebene der Erdbahn in der Linie ON schneide; Man stelle sich durch SP; TP; senkrechte Ebenen auf die Erdbahn vor, welche einander in der Linie PR, die auf die Erdbahn auch senkrecht seyn wird, schneiden; so macht die Linie von der Erde nach dem Planeten mit der Ekliptik den Winkel PTR;

die

die Breite des Planeten, wie man mit der Erklärung der Breite (107) leicht vergleichen wird, wenn man erwägt, daß T so gut als S der Mittelpunct der Sternkugel ist (222) und also der Winkel RTP einen Bogen eines größten Kreises dieser Sternkugel zu seinem Maasse hat, welcher auf die Ebene der Ekliptik senkrecht stehet, oder ein Breitenkreis ist. Eben so ist der Winkel RSP die Breite des Planeten aus der Sonne gesehen; Man heißt ihn aber die Neigung des Planeten; Stellt man sich nun die Ebenen der Bahnen des Planeten und der Erde bis an die Sternkugel erweitert vor, so werden sie da zweene größte Kreise geben (G. 49. S. 1. Z.) und der Winkel RSP wird am größten werden, wenn er dem Winkel dieser beyden Kreise mit einander gleich wird (G. 52. S. 4. Z.), oder die größte Neigung ist der Winkel der Planetenbahn mit der Ekliptik. Die Puncte, wo die Linie ON die an die Sternkugel erweiterte Ekliptik schneidet, heissen Knoten (nodi), und zwar der aufsteigende ☊ (adscendens) oder absteigende ☋ (descendens), nachdem der Planet von einem nach Norden, oder nach Süden zugeht. Beym Monde heissen sie Drachenkopf und Drachenschwanz.

259. Erkl. Der Planet würde also, wenn man seine Breite beyseite setzte, wenn man seinen Ort in die Ekliptik brächte, aus der Sonne nach der Linie SR; aus der Erde nach der Linie TR gesehen werden; dieses giebt den Unterschied unter seinem heliocentrischen und geocentrischen Orte; wenn die Linie SV, sowohl als eine Parallele mit ihr

durch

durch T (252) durch die Nachtgleichen geht, so lassen sich die erwähnten Oerter durch die Winkel bestimmen, welche diese Parallelen mit SR; TR machen, oder; wenn GTSE eine gerade Linie ist, und man den Ort, wo die Sonne der Erde zu stehen scheinet, und den die Linie TSE anzeigt, als gegeben annimmt, so ist RTE der Unterschied zwischen den geocentrischen Stellen der Sonne, und des Planeten, welchen man den **Elongationswinkel** oder den **Winkel an der Erde** heißt; der **Communicationswinkel** oder der **Winkel an der Sonne** ist ESR; und beyder **Unterschied** SRT die **Parallaxe der Erdbahn**; Es ist dieses nähmlich eben so ein Winkel wie bey den Fixsternen unmerklich ist (218. 222.).

260. Zus. Die Zeit, zu welcher der Planet in den Knoten N (258) tritt, läßt sich beobachten, wenn man bemerkt, wo des Planeten Breite von einer Art abnimmt, bis sie sich in die entgegengesetzte verwandelt. Gesetzt, die Erde befinde sich zu dieser Zeit in T; so läßt sich zwar der Winkel STN finden, welcher die Stelle des Knoten aus der Erde gesehen bestimmt; aber der Winkel NSE, welcher diese Stelle aus der Sonne gesehen, oder die Lage der Knotenlinien NO angäbe, bleibt noch unbekannt.

261. Aufg. **Die Lage der Knotenlinie zu finden.**

Aufl. Gesetzt, die Erde habe den Planeten einmahl im Knoten N gesehen, da sie sich in T 27 F. befand,

befand, und sehe ihn das zweytemahl in eben dem Knoten, da sie sich in V befindet. Aus den Beobachtungen sind die Winkel STN; SVN gegeben, und aus der Theorie der jährlichen Bewegung der Erde, welche hiebey als bekannt angenommen wird, ist der Winkel TSV als der Unterschied der mittlern Anomalien (249) für beyde Zeiten der Beobachtungen gegeben, wie auch ST; SV; die Weiten der Erde von der Sonne, wenigstens in Theilen der halben Axe (246) gegeben sind; Solchergestalt findet man in dem Dreyecke TSV; die Winkel STV; SVT; und die Seite TV; und weiß also, weil die Winkel STN; SVN; bekannt sind, auch die Winkel NTV; NVT; aus diesen beyden und der Seite TV; findet man in dem Dreyecke TVN; die Seite TN; und hat also im Dreyecke STN; die Seiten ST; TN; nebst dem eingeschlossenen Winkel, daraus man den Winkel TSN = 2R – ESN (264) wie auch SN, finden kann.

262. Aufg. Die größte Neigung (258) zu finden.

Aufl. Man fälle 28. F. vom Planeten ein Perpendikel PH auf die Knotenlinie NO; PR sey wie in 26. F. auf die Erdbahn senkrecht, so sind PHM; RHN (G. 46. S. 6. Z.) rechte Winkel, und PHR, ist die größte Neigung (G. 2. Th. 2. Erkl.). Weil man nun die Lage der Knotenlinie weiß (261), so beobachte man die Breite des Planeten PMR zu einer Zeit, wenn sich die Erde in M in der Knotenlinie befindet. Der Winkel RMH wird durch den

Un-

Unterschied unter der Länge des Knotens und des Planetens gegeben seyn; denn MR geht nach dem Puncte der Ekliptik, welcher die Länge des Planeten bestimmt; also kann man sagen

$$PR : RM = \text{tang } RMP : r$$
$$RM : RH = r : \text{sin } RHM$$
$$RH : PR = r : \text{tang } RHP$$

Ar. V; 50; 1 : 1 = r. tang RMP : sin RMH. tang RHP

oder $\text{tang } RHP = \frac{\text{tang } RMP . r}{\text{sin } RMH}$; oder auch (Trig. 5. Erkl. 1. Z.) $\text{cot } RHP = \frac{\text{cot } RMP . \text{sin } RMH}{r}$.

263. Anm. Die Lagen der Axen (235) und der Knotenlinien (262) werden durch neuere Beobachtungen etwas anders gefunden, als ältere sie angeben: Die Sternkündiger sind aber noch nicht eins, ob dieser Unterschied vielleicht von Fehlern der ältern Beobachtungen herrühre. Noch weniger also läßt sich die jährliche Grösse dieser Bewegung zuverlässig bestimmen. Indessen ist wahrscheinlich, daß die Sonnenfernen in Absicht auf die Fixsterne, nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, die Knoten rückwärts, beyde sehr langsam gehen. Herr de la Caille hat lect. El. Astr. §. 516. folgende Tafel mitgetheilet, wo + vorwärts gehen; — rückwärtsgehen bedeutet.

		Größte Neig. (262)			Ort der Sonnenferne 1700			Ort des ☊ (262) 1700			Jährl. Bew. der Sonnenf. nach Cassini	nach Halley	Jährl. Bew. des ☊ nach Cass.	Halley
		Gr.	M.	S.	Z. Gr.	M.	S.	Z. Gr.	M.	S.	Sec.	Sec.	Sec.	Sec.
☊	♄	2	30	36	8 28	8	39	3 21	13	29	+ 27	+ 30	+ 6	− 32
☌ ☉	♃	1	19	30	6 9	26	42	3 7	29	53	+ 6	+ 22	− 27	− •
	♂	1	50	54	5 0	36	20	1 17	17	25	+ 21	+ 20	− 17	− 12
☍	♀	3	23	20	10 6	26	20	2 13	59	25	+ 35	+ 6	− 17	− 19
	☿	7	0	0	8 12	34	38	1 14	43	0	+ 29	+ 2	− 0	− •

Exempel. Wenn man fragte, wo im Anfange des Jahres 1759; Jupiters Sonnenferne wäre; so würde die Rechnung nach Halleys jährlicher Bewegung folgendes geben; In 59 Jahren ist die Sonnenferne um 59. 22 Sec. = 21 M. 38 S. vorgerückt, diese also zu 8 Z. 28 Gr. 8 M. 39 S. addirt, gäbe die Sonnenferne in 8 Z. 28 Gr. 30 M. 17 S. oder im ♐ 28 Gr. 30 M. 17 S. Nach dem Cassini betrüge dieses Vorrücken 59. 6 Sec. = 5 M. 54 S. und die Sonnenferne wäre in 28 Gr. 14 M. 33 S. des ♐ oder da wird Jupiter der Sonne zu stehen scheinen, wenn er am weitesten von ihr ist.

264. Aufg. Die Verhältniß der Weite des Planeten von der Sonne zu seiner Weite von der Erde und zu der Erden Weite von der Sonne zu finden.

Aufl. In der 26. F. kann man aus Beobachtungen folgende Winkel wissen: $ETR = \alpha$; $RTP = \beta$; $RHP = \gamma$ (266) $TSH = \delta$ (261); auch nimmt man $ST = a$ als bekannt an (250); so ist

$HR : RP = r : t\gamma$

$RP : TR = t\beta : r$ also $HR : RT = t\beta : t\gamma$;

Nun ist $TRH = 360° - 90° - \delta - \alpha = \varepsilon$; Man nenne $TR = x$; so findet man im Dreyecke TRH die Seite TH und die anliegenden Winkel. Es ist nähmlich $RH = \frac{x.t\beta}{t\gamma}$ also $t\beta + t\gamma : t\beta - t\gamma =$

$t(90° - \frac{1}{2}\varepsilon) : t(\frac{RTH - RHT}{2})$ aus Trig. 15. S.

Man kann also als bekannt annehmen, RTH = ζ; und STH = α − ζ; imgleichen THR; und dessen Ergänzung zu 90°, den Winkel THS = η; Also ist (Trig. 10. S.) $TH = \frac{x.\ \sin\varepsilon}{\cos\eta} = \frac{a.\ \sin\delta}{\sin\eta}$ aus dem Dreyecke THS folglich $x = \frac{a.\ \sin\delta\ \cos\eta}{\sin\varepsilon.\ \cos\eta} =$ $\frac{a.\ \sin\delta.\ r}{\sin\varepsilon.\ \text{tang}\,\eta}$ (Trig. 5. Erkl. 1. Zus.). Nun ist $\cos\beta : r = x : TP$; also die Weite des Planeten von der Erde durch a gegeben.

Ferner findet man aus a; x; und dem eingeschlossenen Winkel die Seite SR; des Planeten curtirte Weite von der Sonne.

Auch ist RP : x = tβ : r

SR : RP = r : tRSP

SR : x = tβ : tRSP welches die Neigung gibt.

Endlich cos RSP : r = SR : SP welches die Weite des Planeten von der Sonne auch durch a ausdrückt.

265. Zus. Hieraus wird begreiflich werden, wie man die mittlern Weiten der Planeten und der Erde von der Sonne mit einander vergleichen kann. Man findet sie nähmlich ohngefähr von folgenden Grössen: der Erden Weite = 10 gesetzt, so sind die Weiten, Merkurs = 4; der Venus = 7; des Mars = 15; Jupiters = 52; Saturns = 95

(Greg.

(Greg. El. Astr. L. I. Prop. 1). So stellt sie die 17. F. ohngefähr vor (206).

Anm. Man hat auch durch Maschinen die Bewegung der Planeten um die Sonne darzustellen getrachtet, dahin Hugens Automaton planetarium in seinen operib. postumis gehört. Will man sich blos diese Bewegungen sinnlich machen, so sind dazu eben keine so künstlichen Uhrwerke nöthig, sondern man kann sich mit Vorstellungen begnügen, wo die Planeten mit der Hand an die gehörigen Stellen können geschoben werden. Etwas ähnliches haben schon verschiedene, die sich mit Erläuterung der Astronomie nach Wiederherstellung der Wissenschaften beschäfftigten, durch Scheiben, die sich um Mittelpuncte drehen lassen, zu bewerkstelligen gesucht. Petri Apiani Astronomicum Caesareum ist ein prächtiges Werk in dieser Art, und man muß die Scharfsinnigkeit und den Fleiß bedauren, womit darinnen die falschen ptolemäischen Hypothesen vorgestellt sind. Durch bewegliche Scheiben hat auch Cassini angewiesen, die Bewegungen der Jupiterstrabanten vorzustellen. Weidleri explicatio Iouilabii Cassiniani, Vireb. 1727. und neuerlich findet man zu eben dieser Absicht ähnliche Anweisung in de la Lande Expos. du Calc. Astr. 131. u. f. Art.

266. Lehrs. **Die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten verhalten sich wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen.**

Bew. Die Umlaufszeiten Saturns und der Erde verhalten sich wie 30:1; die Quadrate wie 900:1; ihre Entfernungen wie 95:10 (265); derselben Würfel wie 857375:1000; Es ist aber die Verhältniß 1000:857375 von 1:900 nicht sehr unterschieden, und also der Satz wenigstens so scharf erwiesen als die angenommenen Verhältnisse der

Umlaufszeiten und der Entfernungen zulassen. Diese Verhältnisse sind nur beynahe wahr, und wenn man sie genauer sucht, zeigen sie auch die Richtigkeit des Satzes, den Kepler erfunden hat, vollkommen; Für andere Planeten verfährt man eben so. Auch verhalten sich bey den Nebenplaneten, die zu einem Hauptplaneten gehören, die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen von ihrem Hauptplaneten. Newt. Princ. L. III. hyp; 5; 7. De la Caille Lect. El. Astron. §. 677.

267. Aufg. Wenn der scheinbare Halbmesser eines Weltkörpers AOC 29. F. und seine Weite vom Auge OC gegeben ist, seinen wahren Halbmesser CA zu finden.

Aufl. Weil OA eine Tangente ist, so ist r: sCOA = OC: AC.

Exempel. In der Erdnähe ist die Entfernung des Mondes von der Erde CO = 55,97 Halbmesser der Erde und sein scheinbarer Halbmesser nach Keplern 16′ 22″. Man nehme also den Halbmesser der Erde = 100 an, so ist CO = 5597 und

l CO = 3,7479553
l sAOC = 7,6776811

11,4256364
l r = 10,

---

l AC = 1,4256364

gibt AC = 26 das ist AC = $\frac{26}{100}$ des Halbmessers der Erde. Wenn man eben den Logarithmen unter

der

der Kennzifer 3 auffuchte, fände man AC = 26,64 = $\frac{|2664}{10000}$ des erwähnten Halbmessers, aber die Gröf-
sen, welche als gegeben angenommen werden, verstatten eine so scharfe Bestimmung nicht, die an sich auch unnöthig ist.

268. Anm. Die Weiten der Weltkörper von der Erde findet man aus ihren Parallaxen, und aus der Theorie ihrer Bewegungen, die hier schon bekannt seyn muß.

269. Zus. Da man die Weltkörper als Kugeln annimmt, so verhalten sich ihre Flächen, und ihre körperlichen Räume, blos geometrisch betrachtet, wie die Quadrate und Würfel der Halbmesser (G. 65. S. 4. Z. 66. S. 2. Z.).

Exempel. Die Flächen des Mondes und der Erde verhalten sich wie $\frac{26^2}{100^2} : 1 = 676 : 10000$ und

ihre Körper wie $\frac{26^3}{100^3} : 1 = 17576 : 1000000$ oder

die Fläche der Erde ist ohngefähr 14 mahl und ihr körperlicher Innhalt ohngefähr 56 mahl so groß als Fläche und körperlicher Innhalt des Mondes.

270. Anm. Wenn also die Erde das Licht eben so stark zurücksendet als der Mond, so leuchtet sie dem Neumonde 14 mahl stärker als der Vollmond ihr (173), welches den letzten Schluß in (175) bestätiget.

271. Anm. Wenn man den Halbmesser der Erde = 20270000 rheinl. Fuß setzt, so hält des Mondes Halbmesser 0,266. 20270000 = 5391820 Fuß; und davon 0,002 genommen, gibt für die Höhe eines Mondberges

2695 Fuß (183). Der Pichincha, einer von den höchsten Bergen auf der Erde, ist 24276 rheinl. Fuß hoch; (Lulofs Kennt. der Erd. 205. §. mit Verbesserung des Druckfehlers).

272. Aufg. **Die Weite der Sonne von der Erde zu finden.**

Aufl. Man beobachte genau den Augenblick, wenn das erste oder letzte Viertheil des Mondes eintritt, zu dieser Zeit ist 30. F. TLS = R wenn T; L; S; Erde, Mond, Sonne bedeuten (175); der Winkel T aber wegen der gegebenen Stellen beyder Weltkörper bekannt, und TL ebenfalls (268) also cosin T : r = TL : LS.

Exempel. Wendelin (Ricciol. Alm. nou. T. I. L. III. c. 7. art. 12.) hat T = 89° 45′ gefunden, wird also TL = 60 Halbmesser der Erde angenommen, so ist TS = 13751.

273. Anm. Dieses Verfahren habe ich hier nur angezeigt, um auf eine kurze und begreifliche Art die Möglichkeit einer solchen Bestimmung zu zeigen. In der Ausübung ist es Schwürigkeiten und Fehlern unterworfen, die von dem was es gibt, nichts sehr scharfes versprechen. Daher nehmen die neuern Sternkündiger alle die Weite der Sonne von der Erde viel grösser an. Diese Weite giebt sich aus der Horizontalparallaxe der Sonne (155), welche man daher so genau als möglich zu suchen bemüht gewesen ist. Halley hatte vorher erinnert der Durchgang der Venus durch die Sonne 1761. (193) würde dazu bequem seyn. Eine Sache, die sich hier nicht vollständig erklären läßt, nur überhaupt zu begreifen, so erkennt man leicht, daß zweene auf der Erde weitentlegene Beobachter, die zugleich die Venus in der Sonne sehen, sie nicht vollkommen an einer Stelle der Sonne sehen, und daß dieser Unterschied,

terschied, und was davon herrührt, als: die Dauer ihres Aufenthalts in der Sonne für jeden Beobachter, durch die Weiten der Venus und der Sonne von der Erde bestimmt werden. Aus diesem Grunde haben die Astronomen dieser Begebenheit viel Aufmerksamkeit gewidmet, und einige deßwegen weite Reisen unternommen. Die Geschichte hievon erzählt kürzlich Wargentin Abh. der Kön. Schwed. Ak. der Wiss. 1761. Jul. Aug. Sept. 1. Abh. In des P. Hell Ephem. 1764. p. 220. findet sich eine von Planman berechnete Tafel der verschiedenen Grössen dieser Parallare aus Vergleichung verschiedener Beobachtungen: des Austrittes mit denen die am Vorgebürge der guten Hoffn. angestellt worden. Die Lagen der Mittagskreise mancher Oerter, wo solche Beobachtungen gehalten worden, brauchten zuweilen noch kleine Berichtigungen, auch haben der niedrige Stand der Sonne, Wolken u. d. g. zuweilen noch die Veranlassungen zu sonst schon unvermeidlichen Fehlern vermehrt. Daher ist es nicht zu verwundern, daß die Parallaxen die daselbst, und vom Herrn de la Lande conn. des mouv. cel. 1764. p. 207. aus diesen Beobachtungen hergeleitet werden, innerhalb keiner engern Gränze als $7\frac{1}{2}$ Sec. und fast 9 Sec. enthalten sind. Ja eine petersburgische Beobachtung giebt dem P. Hell a. a. O. 225. S. 10,2 Sec. Er setzt daher indessen die Parallaxe ein Mittel aus den verschiedenen genommen, 9 S. bis etwa 1769. (193) was genauers kann ausgemacht werden. Hrn. Planmans Tafel, ist nebst zu diesem Gegenstande gehörigen Untersuchungen von ihm in einer Disputation de Venere in sole visa zu Obo 1763. herausgegeben worden. Vom Hrn. Stephan Rumowski Astronomen der Kais. Ak. der Wiss. zu Petersb. den die Ak. zu Beobachtung des Durchganges der Venus nach Selengisk in Sibirien geschickt hatte, ist: Inuestigatio parallaxeos solis ex obseruatione transitus Veneris per discum solis Selenginski habita collata cum obs. alibi institutis, zu Petersburg 1764. herausgekommen. Er hat nur den Austritt der Venus gesehen, aber die Zeit bemerkt, welche sie

brauchte durch den Sonnenrand wo sie austrat durchzugehen, die er 18 M. 6 S. setzt. Aus Vergleichung dieser Zeit mit den anderswo beobachteten sucht er die Parallaxe, und findet aus verschiedenen Bestimmungen, die nicht über 0,36 Sec. von einander unterschieden sind, ein Mittel genommen 8,33 Sec. Hievon weicht die Bestimmung Hrn. Pingres am meisten ab, der auf der Insel Rodrigues beobachtet hat, und die Parallaxe 10,42 Sec. setzt, daher Hr. R. in erwähnter Schrift darüber einige Untersuchung anstellt, auch eine Beobachtung zu Peking anführt, deren Vergleichung mit andern, die Parallaxe 8,32 S. giebt.

274. Anm. Eine Vorstellung von unserer Sonnenwelt gibt nachstehende Tafel aus dem berlinischen latein. astron. Calender 1754. Bey den Durchmessern und Entfernungen der Weltkörper, ist der Halbmesser der Erde die Einheit. Die beyden mit A bezeichneten Zeilen sind als eine, und die beyden mit B auch als eine anzusehen.

	Wahre Halbmesser	Scheinb. Durchm. in der Erdnähe	Kleinste Entfern. von der Erde	Gr. Entfern. v. d. Sonne	Kleinste Entf. von der Sonne
☉	77	32′ 40″	21626	———	———
☿	0,32	0 15	11352	10274	6754
♀	0,87	1 19	5600	16016	15796
☾	1	— —	——	22374	21626
♂	0,27	33 52	54	———	———
♃	0,73	0 30	8184	36630	30426
♄	7,70	0 51	86900	119900	108900
	4,19	0 20	176330	221870	197802

	☉	☿	♀	♁
A	Zeiten des Umlaufs um die Sonne.	87 T. 23 St. 15½ M.	224 T. 16 St. 48½ M.	365 T. 5 St. 48 M. 47 S. 56 T.
B	Der Umwälzung um ihre Axen. 25 T. 6 St. 0 M.	Unbekannt.	0 T. 23 St.	0 T. 23 St. 56 M.

	☾	♂	♃	♄
A	27 T. 7 St. 43 M. um die Erde.	1 J. 321 T. 23 St. 30½ M.	11 J. 314 T. 12 St.	29 J. 167 T. 22 St.
B	27 T. 7 St. 43 M.	1 T. 0 St 40 M.	0 T. 9 St. 56 M.	Unbekannt.

275. Anm. a 5

275. Anm. Von den hier erzählten Grössen sind einige vorhin etwas anders angegeben worden, oder werden anderswo, z. E. beym La Caille lect. El. Astr. §. 170. de la Lande, Exp. du calc. astr. p. 280. u. a. etwas anders angegeben, weil man in diesen Bestimmungen nur der Wahrheit nahe zu kommen verlangen darf. Aus dem Durchmesser der Venus 1639. (230) rechnet Cassini a. a. O. folgendergestalt: wäre Venus so weit von der Erde gewesen als die Sonne, d. i. $\frac{1}{200}$ ihrer damahligen wirklichen Weite, so wäre ihr scheinbarer Durchmesser (nach Opt. 34; 35) $\frac{2}{1}\frac{6}{0}\frac{6}{0}$ ihres damahligen scheinbaren Durchmessers, oder $\frac{1}{1}\frac{1}{0}\frac{1}{0}$ des scheinbaren Sonnendurchmessers gewesen, und da sich in diesen gleichen Entfernungen der Sonne und der Venus die scheinbaren Durchmesser wie die wahren verhalten, so betrüge der wahre Durchmesser der Venus $\frac{1}{1}\frac{1}{0}\frac{1}{0}$ des wahren Durchmessers der Sonne, ohngefähr so viel nach Cassinis Sätzen, als der Durchmesser der Erde, daher er sie der Erde gleich setzt. Aus den wahren Halbmessern lassen sich die Flächen und Körper (wie 269) berechnen, wie auch daraus, und aus dem scheinbaren Halbmesser in der Erdnähe, die kleinste Entfernung von der Erde folgt, so wie man gegentheils den scheinbaren Halbmesser in der grösten Entfernung von der Erde, aus dieser Entfernung und dem wahren Halbmesser findet (Opt. 30.). Die Samme der grösten und kleinsten Entfernungen von der Sonne halbirt, giebt die mittlere Entfernung, CP 25. Fig. (235) und die Eccentricität. So ist für den Mars (251)

grösste Entfernung	= 36630
kleinste Entfernung	= 30426
	67056
mittlere Entfernung	= 33528
	36630
Eccentricität	= 3102

Also verhält sich beym Mars die mittlere Weite zur Eccentricität = 33528 : 3102 = 16764 : 1551 = 100000 : 9252.

276. Anm. Für die Nebenplaneten beym Jupiter und Saturn wird a. a. O. folgendes angegeben.

Die

Die Jupiterstrabanten.

Trabanten	Umläufe um 4	Verhältniß ihrer Durchmesser zu Jupiters Durchm.	Verh. ihrer Durchm. zum Durchm. der Erde.	Durchmesser ihrer Bahnen
1	1 T. 18 St. 28 M. 36 S.	1 : 20	1 : 2	3 M. 55 S.
2	3 13 17 52	1 : 20	1 : 2	6 16
3	7 3 59 40	1 : 18	5 : 9	9 58
4	16 18 5 6	1 : 20	1 : 2	17 30

Die Saturnstrabanten.

Trabanten	Umläufe um ♄	Durchmesser ihrer Bahnen
1	1 T. 21 St. 18 M. 27 S.	1 M. 27 S.
2	2 17 44 22	1 52
3	4 12 25 12	2 36
4	15 22 41 14	6 0
5	79 7 48 0	17 25

Der Ring Saturns

Durchmesser seines äusern Randes 42 S.
des innern 30
Neigung seiner Ebene gegen die Ekliptik 23 Gr. 30 M.
Man s. auch la Caille Lect. El. Astr. §. 631; 673.

Erzählung der vornehmsten Lehren der physischen Astronomie.

277. Ein Körper, der sich beweget, ändert seine Richtung nicht von sich selbst. Wenn er also, durch was für Ursachen es auch geschehen mag, genöthiget wird, in einer krummen Linie, wie die 25. F. zu gehen; so bestrebt er sich, in jedem Puncte dieser krummen Linie N nach der Tangente an diesem Puncte NO fortzugehen (G. 41. S. 6. Z.), also muß etwas vorhanden seyn, das ihn beständig aus der Tangente in das folgende Element der krummen Linie treibt. Gesetzt, der Körper hätte das Element Nn beschrieben, und wollte nach dessen Verlängerung nO fortgehen, in n aber würde er von einer Kraft nach nS gezogen, so würde er eine Richtung nH nehmen, die zwischen beyde nO; nS; fiele; und sich sowohl als der Weg nH, den er in einem unendlich kleinen Zeittheilchen zurücke legen würde, aus Mech. 62. finden liesse; wenn die Verhältniß der Kräfte gegeben ist, die den Körper nach NO; und nach nS treiben. Wird er also in jedem Puncte nach nS getrieben, so beschreibt er eine krumme Linie um S, deren Beschaffenheit auf die genannte Verhältniß ankömmt. Man nennt die Kraft nach yS die anziehende Kraft (vim centripetam), beyde Kräfte zusammen Centralkräfte; den Punct S, den Mittelpunct der Kräfte.

278. Gesetzt, der Körper befinde sich in A 30. F. und beschreibe in einer gewissen unendlich kleinen

Zeit

Zeit das Element AB; Hinderte ihn nun nichts, so würde er in dem nächstfolgenden gleich grossen Zeittheilchen durch Bc = AB auf der Verlängerung dieser Linie fortgehen. Wenn ihn aber in B eine Kraft nach S zu treibet, so wird er in eben dem Zeittheilchen durch BC kommen, so daß C in einer Parallele durch c mit BS liegt, weil der mittlere Weg die Diagonale des Parallelogramms unter den beyden äusern Wegen ist, eben wie bey den Kräften (Mech. 62.), folglich △SBC = △SBc = △SBA (G. 14. S. 2. Z.), oder wenn der Körper in gleichen Zeiten die Wege AB; BC; durchläuft, so sind die Räume BSA; CSB; gleich, welche Linien von den Endpuncten dieser Wege nach S gezogen machen.

279. Zus. Wenn also der Körper, welcher beständig nach S gezogen wird, die Bogen AM; PN; 25. Fig. in gleichen bestimmten Zeiten durchläuft, so sind die Flächen ASM; PSN; gleich; denn man kann sich die Bogen bey den Zeiten in gleichviel gleichgrosse Zeittheilchen getheilt vorstellen, deren jedes wie in 278 ein gleichgrosses Stück dieser Flächen giebt.

280. Lehns. Wenn ein Körper in einer Ellipse 25. Fig. geht, und beständig nach ihrem Brennpuncte S gezogen wird, so verhält sich die anziehende Kraft verkehrt wie das Quadrat der Entfernung; oder die Kraft, die den Körper in M nach S treibt, verhält sich zu der Kraft, die ihn in N nach S treibt, wie SNq : SMq.

SMq. Und wenn verschiedene Körper um einen Punct, der sie nach diesem Gesetze anzieht, in Ellipsen, deren Brennpunct er ist, gehen, so verhalten sich die Quadrate ihrer Umlaufszeiten wie die Würfel der Axen der Ellipsen (236). Gegentheils bewegt sich ein Körper allemahl in einem Regelschnitte, wenn sich die anziehende Kraft verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, und der Brennpunct des Regelschnittes ist der Mittelpunct der Kräfte.

281. Zus. Die Bewegung der Planeten ist so beschaffen, als ob sie mit Kräften, die sich verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhielten, von der Sonne angezogen würden (239; 266). Und die Nebenplaneten gehen so um ihre Hauptplaneten, als ob sie von ihnen angezogen würden. Das Gesetz 243. findet nähmlich bey ihnen statt, weil sie, soviel die Beobachtungen lehren, in Kreisen mit gleichförmiger Bewegung um ihre Hauptplaneten gehen. La Caille; Lect. El. Astr. §. 677.

282. Anm. Daß diese Gesetze der Bewegung der Planeten, welche Kepler aus astronomischen Beobachtungen entdeckt hatte, mit den Gesetzen der Bewegung solcher Körper, die von Centralkräften getrieben werden, übereinstimmen, hat Newton zuerst gewiesen. Man s. Newtons Principia mathematica philos. natural. und sein Buch de mundi Systemate. Johann Bernoulli u. a. haben diese Erfindungen allgemeiner gemacht und mit neuern vermehrt; wovon Herrn Eulers Mechanica nachzusehen ist.

283. Lehns. Die Kraft, welche den Mond hält, daß er um die Erde geht, ist mit der Schwere, welche die Körper auf unsere Erde treibt, einerley, nur daß sie nach dem Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen vermindert ist.

Von diesem Satze, durch welchen Newton zuerst auf seine Entdeckungen (284) gekommen ist, beruhet der Beweis auf folgenden Gründen: Unsere Schwere auf der Erdfläche, d. i. so stark als sie in der Entfernung des Halbmessers der Erde vom Mittelpuncte ist; treibt einen Körper innerhalb einer Secunde durch 15, 1 pariser Fuß zu sinken, und weil sich bey einerley Kraft, der Raum des Falles wie das Quadrat der Zeit verhält, so fällt ein Körper bey uns in einer Minute durch 60. 60. 15, 1 Fuß; der Mond aber ist in seiner mittlern Entfernung 60, 2 Halbmesser der Erde von ihrem Mittelpuncte; und also die Schwere an der Stelle, wo er sich befindet $= \frac{1}{60,2.\ 60,2}$ der Schwere auf der Oberfläche der Erde. Nun verhalten sich, bey verschiedenen Kräften der Schwere, die Räume in gleichen Zeiten wie die Kräfte: Ein Körper wird also in der Weite von uns, in welcher sich der Mond befindet, innerhalb einer Minute durch $\frac{60.60.15,1}{60,2.\ 60,2}$ Fuß fallen. Die Berechnung gibt folgendes:

1;600

13600 = 3,5563025
115,1 = 1,1789769

4,7352794
2160,2 = 3,5591930

1,1760864

Dieser Logarithme, unter der Kennzifer 3 aufgesucht, gehört am nächsten zu 1500; also wird ein Körper in der Weite des Mondes von uns innerhalb einer Minute um 15 Fuß fallen.

Ferner sey AD 15. F. ein Bogen der Mondbahn, welcher in einer Minute durchlaufen wird; AB die zugehörige Tangente; L der Mittelpunct der Mondbahn und der Erde. In der Zeit nun, in welcher der Mond von A nach D rückt, ist es so viel, als wäre er um die Länge BD nach der Erde gefallen. Wenn ihn nähmlich keine Kraft nach der Erde zu triebe, so wäre er in dieser Zeit durch die Tangente AB gegangen (281), und befände sich also an ihrem Ende in B da er wirklich in D ist. Weil nun der Mond seinen Umlauf um die Erde in 27 T. 7 St. 43 M. 12 S. verrichtet, so geht er nach der mittlern Bewegung innerhalb einer Minute, durch 32″ 56‴ $\frac{1}{2}$; soviel hält also der Bogen AD; dessen Cosinus LA für den Sinus totus LB ist; der Ueberschuß des Sinus totus = 1; über den Cosinus dieses Bogens, ist aber aus den trigonometrischen Tafeln 0,0000000012754, und die Weite des Mondes von der Erde ist, den Halbmesser der Erde aus der Geographie in Fussen als bekannt angenommen,

nommen, und die vorhin angegebene Weite des Mondes dadurch ausgedrückt = 1180612300 Fuß, = LA = LD. Sagt man nun 1 : 0,000000012754 = 11860123oo : BD; so findet sich BD = 15; oder der Mond ist innerhalb einer Minute der Erde soviel näher gekommen, als er ihr seyn würde, wenn er in der Tangente fortgegangen wäre, soviel ein schwerer Körper da, wo sich der Mond befindet, innerhalb dieser Zeit gefallen wäre; daß man also nicht zweifeln darf, die Kraft, die ihn erhält um die Erde zu gehen, sey die Schwere, nach dem Quadrate seiner Entfernung vermindert.

S. de la Caille Lect. Astr. §. 705. Der Beweis ist daselbst nur mit geringen Aenderungen der Zahlen aus Newt. Princ. L. III. Prop. 4. genommen.

Die Untersuchung was aus der gegenseitigen Anziehung dreyer Körper, wie Sonne, Mond, Erde erfolgt, hat man die Aufgabe von drey Körpern genannt und ist noch jetzo bemüht, dadurch besonders die Theorie des Mondes zu verbessern, wobey die größte Schwürigkeit auf Einrichtungen dieser Untersuchung zur bequemen Rechnung ankömmt, deßwegen man sich bey der Auflösung nur mit Näherungen befriediget. Hauptschriften über die solchergestalt betrachtete Theorie des Mondes sind Hrn. Clairauts Pièce qui a remporté le prix de l'Ac. Imp. des Sc. de St. Petersbourg en 1750. auch Eul. de motu corp. coel. a virib. quibusc. perturb. Comm. Nou. Petrop. T. IIII. p. 161. Petersb. 1752. und Hrn. Eulers Theoria motus lunae, das. 1753.

Der seel. Pr. Mayer zu Göttingen hatte diese Untersuchungen und ihre Anwendungen sehr weit getrieben. Eine Frucht davon sind seine vortrefflichen Mondestafeln die zuerst in den Comm. Soc. R. Sc. Gott. T. II. erschienen sind. Der Herr P. Hell hat sie zu Wien 1763. wieder herausgegeben. Mayer hat sie nach der Ausgabe in den Comm. auf verschiedene Art verbessert, unter dieser Gestalt aber sind sie noch nicht gedruckt. Im Journ. des Sav. 1759. Aout befindet sich eine Abhandlung Hrn. Clairauts, welche er in der pariser Ak. d. W. im Jun. dess. J. vorgelesen hat. Die Aufgabe v. d. K. wird darinn in völliger Schärfe, aber zur Berechnung unbrauchbar, aufgelößt.

284. Lehns. Wenn man annimmt, daß alle Weltkörper einander gegenseitig dergestalt anziehen, daß sich die anziehende Kraft allemahl verkehrt wie das Quadrat der Entfernungen verhält, so wird der Mond nicht nur von der Erde, sondern auch von der Sonne angezogen; Von diesen beyden Kräften liegt der ersten Richtung in der Ebene der Mondbahn, der andern ihre weder in der Mondbahn noch in der Ekliptik: Diese Richtungen ändern sich wegen der Bewegungen der Erde und des Mondes, und eben deßwegen ändern sich die Kräfte selbst. Es entstehen also hieraus, wie auch aus den Eccentricitäten der Bahnen sehr verwickelte Wirkungen, die de la Caille Lect. Astr. 737. u. f. §. folgendergestalt erzählt.

285.

285. Der periodische Monat (213) die Zeit, welche der Mond braucht, wieder zu seiner Erdferne, und die Zeit, welche er braucht, wieder zu seinen Knoten zu kommen, sind grösser, wenn sich die Erde in der Sonnennähe, als wenn sie sich in der Sonnenferne befindet; daher die mittlere Bewegung des Mondes nicht das ganze Jahr durch gleichförmig ist.

286. Die Axe der Mondbahn (235) rückt in den Oppositionen und Conjunctionen nach der Ordnung der Zeichen, in den Viertheilen ihnen entgegen fort; in beyden Fällen mit der größten Geschwindigkeit, wenn sie auf die Linien der Conjunctionen oder der Viertheile selbst fällt; die Summe um wieviel sie in verschiedenen Umläufen vorwärts gerückt ist, beträgt mehr als die Summe, um welche sie in eben den Umläufen rückwärts gegangen ist; daher sie ohngefähr innerhalb neun Jahren durch alle Zeichen nach ihrer Ordnung vorwärts rückt.

287. Die Eccentricität der Mondbahn verändert sich alle Augenblicke; sie ist am größten, wenn die Axe in die Linie der Conjunctionen, am kleinsten, wenn selbige in die Linie der Viertheile fällt.

288. Von der Zusammenkunft zum nächsten Viertheile gehet der Knoten der Mondbahn zurück, und ihr Winkel mit der Erdbahn wird grösser; vom Viertheile zur folgenden Zusammenkunft geht der Knoten noch zurück, und der Winkel nimmt ab. Dieser Winkel ist am größten, wenn die Knotenlinie durch die Viertheile, am kleinsten, wenn sie durch die Zusammenkünfte geht.

289. Weil die Erde ebenfalls vom Monde angezogen wird, so entstehen daraus ebenfalls Aenderungen in ihrer Bewegung; die empfindlichste ist die Variation des Mondes, wodurch die Länge der Sonne zuweilen um 10 bis 12 Secunden vermehrt oder vermindert wird. Die Ebbe und Fluth entstehet ebenfalls aus der Schwere der Erde gegen den Mond, gehöret aber nicht hieher.

290. Die Mondbahn macht mit der Ekliptik einen Winkel von ohngefähr 5 Gr. 9 M. und ihre Knoten rücken in 9 Jahren durch 360 Gr. (286) daher ändert die Mondbahn ihren Winkel mit dem Aequator alle Augenblicke. Wenn der aufsteigende Knoten in ○ ♈ fällt, so ist dieser Winkel ohngefähr $28\frac{2}{3}$ nähmlich die Summe aus den Winkeln der Mondbahn mit der Ekliptik und der Ekliptik mit dem Aequator; fällt aber der aufsteigende Knoten in ○ ♎ so ist der Mondbahn Winkel mit dem Aequator der Unterschied jener beyden, nähmlich $= 18° \frac{1}{3}$. Und so nimmt die Neigung der Mondbahn gegen den Erdäquator, ohngefähr 9 Jahr durch von 18 bis 28 Gr. zu, und 9 andere Jahre durch wieder ab.

291. Die Erde ist, wie die neuesten Untersuchungen gewiesen haben, keine vollkommene Kugel, sondern ein kugelartiger Körper (Sphaeroides) dessen Durchmesser durch den Aequator gröſſer ist als die Axe von einem Pole zum andern. Sein Mittelpunct geht in der Ekliptik um die Sonne; und wenn man sich eine Ebene senkrecht auf die Ekliptik durch die

Mittel-

Mittelpuncte der Erde und der Sonne vorstellt, so theilt dieselbe zwar die Erde in zwo ähnliche und gleiche Hälften, aber die Hälften haben gegen die erwähnte Ebene nicht ähnliche Lagen, wenn sich die Axe der Erde nicht in derselbigen befindet. Die Wirkung der Sonne wird also nicht einerley auf die Theile seyn, die zu beyden Seiten dieser Ebene liegen, und wenn diese Theile verschiedentlich angezogen werden, wird die Axe der Erde ihre Lage verändern, folglich werden sich auch die Durchschnitte des Aequators und der Ekliptik verändern. Aus dieser Betrachtung hat Newton das Vorrücken der Nachtgleichen, den Beobachtungen gemäß hergeleitet, und d'Alembert (Recherches sur la precession des equinoxes & sur la nutation de l'axe de la terre) hat verschiedenes, das Newton entweder unerwiesen oder unrichtig angenommen hatte, verbessert. Man s. auch Herrn Eulers Abhandlung hievon, Mem. de l'Ac. de Prusse 1749. p. 289.

292. Wenn man hiemit die Wirkung des Mondes verbindet, so ist das Vorrücken der Nachtgleichen nicht mehr alle Jahre gleich groß, sondern verändert sich in einer Periode von ohngefähr 19 Jahren nach der Lage der Knotenlinie der Mondbahn, und des dadurch bestimmten Winkels der Mondbahn mit dem Aequator (290). Bradley hat gefunden, daß es jährlich 58; 53; $50\frac{1}{3}$ Secunden beträgt, nachdem sich der aufsteigende Knoten bey o♈ oder bey o♎ befindet, oder nachdem die Knotenlinie durch den Kolur der Sonnenstände geht. Wie sich in vielen Jahren, die Schiefe der Ekliptik,

das Vorrücken der Nachtgleichen, die Länge und Breite der Fixsterne zusammen ändern, hat Herr Euler Mem. de l'Ac. de Pr. 1754. p. 296. untersucht.

293. Der Winkel der Erdare mit der Ekliptik, und also die Schiefe der Ekliptik, wird von der Sonne (291) nicht merklich verändert; von dem Monde aber (292) beträchtlicher und periodisch, so daß die Schiefe der Ekliptik ohngefähr 18 Sec. grösser ist, wenn sich der aufsteigende Knoten im Widder, als wenn er sich in der Wage befindet, und diese Schiefe solchergestalt neun Jahr lang zu, und neun andere wieder abnimmt. Diese Veränderung heißt das Wanken (nutatio) der Erdare. Bradley hat ihre Gesetze zuerst entdeckt. S. sein Schreiben an den Grafen von Maclesfield aus der Philos. Transf. 485. N. im Hamb. Magaz. III. B. 6. St. 1. Art.

294. Die Wirkungen der Hauptplaneten in einander ändern ebenfalls ihre Bewegungen, welches besonders bey den obern merklich ist (Piéce qui a remporté le prix de l'Ac. roy. des Sc. en 1748. Sur les inegalités du mouvement de Saturne & de Jupiter par Mr. L. Euler Par. 1749.). Alle diese Folgen aus der anziehenden Kraft (284) stimmen mit der Erfahrung genau überein.

295. Was sich von der Verschiedenheit der Schwere auf den Planeten, der Menge der Materie in jeden u. s. w. sagen läßt, gehöret auserdem, daß es

hier

hier im geringsten mit keiner Gründlichkeit vorgetragen werden kann, auch nicht in gegenwärtige Anfangsgründe.

Von den Finsternissen.

296. Aufg. Den scheinbaren Halbmesser des Erdschattens (Opt. 14.) in der Gegend, wo der Mond durchgeht, zu finden.

Aufl. In der Opt. 4. F. sey BS des Mondes Weite von der Erde gleich; und TS auf BE senkrecht, also dem Halbmesser des dortigen Durchschnittes des Schattenkegels gleich; So ist TBS der gesuchte scheinbare Halbmesser. Nun ist BE; also SE = BE – BS; gegeben, folglich auch die Verhältniß BS : SE = tang BTS : tang STE = cot TBS : cot E = tang E : tang TBS.

Wenn BS = 60; BE = 22,222. . . (Opt. 14.)
also SE = 162,22 so ist

l tang E = l tang ABN = 7,65685369
l SE = 2,2101044

9,3669581
l BS = 1,7781512

l tang TBS = 8,0888069

also TBS = 42′.

Weil diese Rechnung zeigt, der Winkel TBS sey sehr klein, so kann man ohne merklichen Irrthum TB = BS annehmen. Alsdenn sind BCD; BTD; die Horizontalparallaxen der Sonne und

des Mondes (155) deren Summe = TBO wenn CB in BO verlängert ist; und SBO = CBA ist der scheinbare Halbmesser der Sonne; Folglich ist der gesuchte scheinbare Halbmesser so groß als die Summe der Horizontalparallaxen, weniger der Sonne scheinbarem Halbmesser.

Weil die dicke Dunstkugel der Erde den Erdschatten vergrössert, so setzen die Astronomen, nach Gutdünken an der Mondparallaxe einige Secunden zu.

Exempel. Für eine Mondfinsterniß den 30. Aug. 1746. ist aus des Cassini Tafeln (la Caille Lect. Astr. §. 797.)

Mondparallaxe	BTD =	56′	15″
Sonnenparallaxe	BCD =		10
		56	25
wegen der Atmosphäre			49
	TBO =	57	14
Halbmesser der Sonne	ABC =	15	55
	TBS =	41	19

297. Zus. PQ Opt. 9. Fig. sey der Halbmesser des Mondes und P sein Mittelpunct. Befindet sich also der Mond so nahe bey seinem Knoten (238) daß seine Breite PBS kleiner als PBQ + SBT die Summe aus des Mondes und des Erdschattens scheinbaren Halbmessern ist, so fällt das Stück des Mondes in den Erdschatten, das zwischen dem Winkel TBQ enthalten ist. Es gibt also eine Mondfin-

finsterniß, deren Grösse aus diesem Winkel zu beurtheilen wäre, wenn man sie aus der Erdfläche Mittelpuncte sähe. Aus der Oberfläche der Erde aber, erscheint das verfinsterte Stück des Mondes unter einem andern Winkel; die Bestimmung hievon, und was überhaupt die Berechnung der Mondfinsternisse betrifft, läßt sich hier nicht abhandeln.

298. Zus. Eine Tangente, die den Kreis um A Opt. 4. Fig. unter und den um B über der Axe AB berühret, läßt sich nach eben dem Verfahren wie Opt. 14. finden. Sie schneidet die Axe zwischen A und B unter einem Winkel, dessen Sinus $= \frac{r.(p+q)}{a}$ ist. Aus dem Raume zwischen ihr und der vorhin gezogenen Tangente CDE, werden Sonnenstrahlen ausgeschlossen, und sie bestimmt also um die Axe gedrehet den Halbschattenkegel (Opt. 19.).

299. Zus. Der halbe Winkel beyder Schattenkegel (298. und Opt. 14.) hat zu seinem Sinus beynahe $\frac{r.p}{a}$ weil q in Vergleichung mit p sehr klein ist. Er ist also dem scheinbaren Halbmesser der Sonne gleich.

300. Zus. Die Beobachtung einer Mondfinsterniß wird darauf ankommen, daß man den Anfang und das Ende derselben, imgleichen die Augenblicke, wenn gewisse Flecken und Berge in den Erdschatten und wieder heraustreten, genau beobachtet, wie auch die Grösse des verfinsterten Theiles

mißt. Man drückt sie nach einem alten Gebrauche, ohne grossen Nutzen in Zollen, oder Zwölftheilen des Monddurchmessers und Sechzigtheilen der Zolle, oder Minuten aus. Die unbestimmten Gränzen beyder Schatten (299) machen diese Beobachtungen etwas unsicher. Ihr Gebrauch erstreckt sich, auser daß sie die Bewegungen des Mondes vollkommener kennen lehren, auch auf die Geographie, wovon unten geredet werden wird (Geogr. 33.).

301. Zus. Wenn die Kugeln um A und B; Sonne und Mond bedeuten, so ist der Kegel BDE; der Mondschatten, welcher den Gegenden der Erde, über die er wegstreicht, Sonnenfinsternisse verursacht, also wird einem Zuschauer im Monde unsere Sonnenfinsterniß eine Erdfinsterniß seyn, die ihm so vorkömmt, wie uns die Mondfinsterniß. Für uns aber, die wir die Erscheinungen, wie sie uns vorkommen, zu wissen verlangen, fällt die Berechnung hier noch schwerer als bey der Mondfinsterniß. Befinden wir uns im völligen Mondschatten, so wird uns die ganze Sonne entzogen; im Halbschatten aber sehen wir nur einen Theil von ihr; welches die beyden Arten der Sonnenfinsternisse (168) erkläret. Die Dauer kömmt auf die Zeit an, welche unser Wohnplatz braucht durch den Schatten zu gehen. Die Grösse des verfinsterten Theiles der Sonne, läßt sich wie beym Monde (300) messen, und auf die Veränderungen dieser Grösse, und den scheinbaren Weg der Mondscheibe durch die Sonne, nebst der Zeit, kommen die Umstände an, die man bey einer Sonnenfinsterniß in Absicht auf die Astronomie zu beobach-

beobachten pflegt, denen man noch physische Beobachtungen, z. E. vom Zustande der Luft u. d. g. beyfügen kann.

302. Anm. Die Berechnung und Verzeichnung der Finsternisse, muß aus weitläuftigern Anleitungen zur Astronomie, oder den Vorschriften, die astronomischen Tafeln beygefügt sind, imgleichen besondern Abhandlungen davon erlernt werden. Was dabey insgemein angenommen wird, und auch hier so ist vorgetragen worden, als wäre der Schatten ein Kreis, das ist in der völligen Schärfe nicht richtig, da er die krumme Linie ist, die aus dem Durchschnitte des Schattenkegels mit der Erdkugel entstehet, wovon Hausen; Act. Er. Lipf. Oct. 1724. gehandelt hat. Ein sehr ausführliches Muster der Berechnung, wenn man die Sonnenfinsterniß als eine Verfinsterung der Erde durch den Mond, betrachtet, giebt Ge. Matthias Bosens zu Leipz. 1733. gehaltene Disputation Eclipsis Terrae 1733. d. $\frac{2}{13}$. Maii. Die Berechnung nach neuern Tafeln und Methoden lehret Gotthilf Christian Reccards Abhandlung von der grossen Sonnenfinsterniß d. 1. Apr. 1764. wovon die zweyte Auflage Berl. 1764. herausgek. Diese Schrift ist auch wegen vieler andern zur practischen Astronomie gehörigen Anweisungen, sehr hoch zu schätzen, wie man denn auch unter andern darinnen Anweisung zu Berechnung einer Mondfinsterniß findet. Herr R. hat nachgehends: die Beobachtungen der Sonnenfinsterniß d. 1. Apr. und der Mondfinsterniß d. 17. März. 1764. herausgegeben.

Von den Kometen.

303. **Erf.** Erscheinungen, die sich von andern Sternen vornähmlich durch Schweife unterscheiden, und daher **Kometen** heissen, zeigen sich zuweilen dergestalt, daß sie auser der gemeinen Bewegung auch eine eigene haben; Sie gehen aber nicht nur

wie

wie die Planeten vom Morgen gegen Abend, und im Thierkreise, sondern nach vielerley andern Richtungen, und durch allerley andere Gegenden des Himmels, und mit ganz andern Geschwindigkeiten. Daß sie auf diese Art viel Tage nach einander auf und untergehen, verbietet uns schon sie mit dem Aristoteles für Luftzeichen zu halten, und diesen Irrthum hat Tycho de Brahe dadurch völlig wiederlegt, daß er gewiesen, ein Komet zeige sich Beobachtern an entfernten Orten der Erde zu einer Zeit bey einerley Fixsternen. Der Kometenschweif ist allemahl von der Sonne abgekehrt, welches Peter Apian zuerst bemerket hat.

304. Zus. Man kann also annehmen, diese Körper seyen Arten von Planeten: Und weil man sie nur selten sieht, so wird vielleicht jeder eine solche Laufbahn haben, in der er sich nur kurze Zeit nahe genug bey uns befindet gesehen zu werden. Dieses wird dadurch bestätiget, weil ein Komet wirklich von seiner ersten Erscheinung an, an scheinbarer Grösse zuzunehmen und nach und nach wieder abzunehmen pflegt, so daß man ihn mit dem Fernrohre noch verfolgen kann, wenn er blossen Augen schon unsichtbar ist.

305. Zus. Folglich kann man nach der Aehnlichkeit mit den Planeten (239) die Kometen in sehr langen Ellipsen um die Sonne gehen lassen. So wird sich ein Komet in der Sonnenferne, wo er uns unsichtbar ist, sehr lange aufhalten (243) und uns in dem Theile seiner Bahn, wo er der Sonne am nächsten ist, nur kurze Zeit sichtbar seyn.

306. Zus.

306. Zus. Bey einer sehr eccentrischen Ellipse ist der Bogen zunächst um ihren Brennpunct nicht allzusehr von dem Bogen einer Parabel, die eben den Brennpunct hätte, unterschieden. Daher darf man das Stücke der Kometenbahn, in welchem er uns sichtbar ist, für parabolisch annehmen, welches die Rechnung erleichtert.

307. Zus. Aber die Parabel schließt sich nicht wieder zusammen, und ein Komet also, der wirklich in ihr ginge, könnte nicht wiederkommen. Könnte man gegentheils die Ellipse bestimmen, in der er geht, so würde sich daraus sein Umlauf, und folglich seine Wiederkunft angeben lassen. Dazu werden aber ungemein scharfe Beobachtungen nöthig seyn. Denn man muß das kleine Stückchen (306) sehr genau kennen, von dem man auf das Ganze schliessen will. Wüßte man die Umlaufszeit, so würde man daraus umgekehrt die Axe der Ellipse nach (266) finden.

308. Zus. Ob ein Komet eben der sey, den man vor diesem gesehen, wird sich am zuverlässigsten aus dem Winkel seiner Bahn mit der Ekliptik, ihren Knoten, und der Geschwindigkeit und Richtung, mit denen sich der Komet bewegt, beurtheilen lassen (193).

Aus solchen Umständen hatte Halley geschlossen, daß gewisse Kometen nur einer wären, dessen Umlauf er aus den Zwischenzeiten dieser Erscheinungen, bestimmt, und nach der er 1682. ihn auf 1758. verkündiget hat. Dieser Komet ist wirklich und

zwar

zwar zuerst 1758. d. 25. Dec. von einem sächsischen Landmanne bey Dresden Palitsch gesehen worden. Beobachtungen von ihm liefert unter andern der P. Hell in Obs. Astr. anni 1759. bey seinen Ephemerid. dieses Jahrs. Eben daselbst lehrt er auch wie Kometen durchs Fadenmikrometer zu beobachten sind.

309. Anm. Daß sich die Bewegungen der Kometen durch die Parabel darstellen lassen, hat ein sächsischer Geistlicher, Dörfel, gelehret, ohne einige Kenntniß davon zu haben, daß Newton auf eben diese Gedanken gerathen war. Man s. meine Nachricht von Dörfeln in den Schriften der Ges. der fr. K. III. Th. Newton hat Princ. Phil. nat. L. III. gewiesen, daß dieses mit den Beobachtungen völlig übereinstimmt, und Halley und andere haben solches weiter ausgeführet. Besonders hat Euler Theoria motuum Planetar. & Cometar. die hiebey nöthigen Rechnungen so sehr erleichtert als möglich war, und nebst vielen andern Erweiterungen dieser Lehre gewiesen, wie man die wirkliche Ellipse bestimmen könne.

310. Anm. Vermuthlich sind die Kometen brennende Weltkörper, und ihr Schweif ist der aufsteigende Dampf. Diesen Gedanken Newtons hat Heinsius in seinen Betrachtungen über den Kometen 1744. besonders ausgeführet. Whistons weitere Anwendung dieses Gedankens auf die grossen Veränderungen der Erdkugel, und Heins Einfälle darüber gehören in die Naturlehre, und weil ich einmahl von Anwendung des Witzes auf die Kometen geredet habe, wird es mir erlaubt seyn mein Lehrgedicht von den Kometen zu erwehnen, das ich bey Veranlassung des Kometen 1744. in den Belustigungen des Verstandes und des Witzes bekannt machte, und nachgehends in meinen vermischten Schriften I. Th. eingerückt habe. Uebrigens sind jetzo nur grosse Kometen selten. Kleinere zeigen sich den Astronomen ziemlich oft.

Die

Die Geographie.

1. Erkl. Die mathematische Geographie betrachtet, was bey der Erde einer Ausmessung fähig ist.

2. Anm. Man pflegt sie zuweilen die allgemeine zu nennen, unter welchem Nahmen man aber auch die physische Geographie mit begreift, und beyde zusammen der politischen entgegen setzet. Daß die letztere ohne die ersten beyden nur sehr unvollkommen kann erlernet werden, wäre allein schon zulänglich, ihre Wichtigkeit zu zeigen, wenn man es auch sonst der Mühe nicht werth achten wollte, den Planeten, den wir bewohnen, genauer kennen zu lernen.

3. Erf. Wenn man die Mittagshöhe eines Sternes mißt, dessen oberer Durchgang (Astr. 67.) durch den Mittagskreiß zwischen unserm Scheitel und dem Nordpole geschieht, und alsdenn weiter gegen Norden, soviel als möglich in einerley Mittagslinie (Astr. 30.) fortgehet, so findet man die Mittagshöhe dieses Sterns immer grösser und grösser, oder seine Weite vom Scheitel immer geringer; Er kann endlich gar über unserm Scheitel, und alsdenn, wenn wir noch weiter reisen, südwärts unseres Scheitels durchgehen.

4. Zus. M; N, sollen zweene Oerter auf der Erdfläche, N nordlicher als M, aber in einer Mittagsfläche seyn; und der Stern soll im Mittagskreise nach den Linien MK; NL, gesehen werden. Da nun diese gleichlaufend sind (Astr. 218.) so würden des Sternes Mittagshöhen KMN = LNV seyn,

wo-

wofern die gerade Linie MNV die Erdfläche vorstellen könnte (G. 12. S.). Die Erdfläche muß also von M bis N gekrümmt seyn (3) und die Mittagshöhen sind die Winkel KMO; LNP; der Linien MK, NL, mit der Erde Tangenten MO, NP, die einander in O schneiden, und die Horizonte bey M; N; vorstellen (Astr. 13.).

5. Zus. So ist LNM + NMK = 2 R; aber LNM = LNO + ONM = 2 R - LNP + ONM folglich NMK + 2R - LNP + ONM = 2R oder NMO + OMK - LNP + ONM = o oder NMO + ONM = LNP - OMK. Wenn nun PNO in S verlängert wird, so ist (G. 13. S. 1. Z.) NMO + ONM = SOM = LNP - OMK; oder der Winkel der Horizonte (4) ist dem Unterschiede der Mittagshöhen gleich.

6. Zus. Wenn die Perpendikel auf die Tangenten bey M und N in Q zusammenstossen, also QNO = QMO = R so ist (G. 13. S. 6. Z.) Q = 2R - NOM = SOM = dem Unterschiede der Mittagshöhen (5).

7. Zus. Wenn man so weit fortgeht, daß der Unterschied der Mittagshöhen einen Grad beträgt, so machen die Perpendikel auf die Horizonte; die Verticallinien (Astr. 4.), einen Winkel von einem Grade (6) die Länge MWN heißt alsdenn ein Grad auf der Erdfläche.

8. Zus. Ist die Erde eine Kugel, folglich MWN ein Kreisbogen, dessen Mittelpunct Q; so läßt sich

aus

aus der Länge eines Grades (7) der Umfang und Halbmesser der Erde berechnen (G. 44. S.).

Exempel. Man nenne die Länge eines Grades 15 Meilen, so ist der Umfang eines größten Kreises auf ihr 5400 Meilen, und der Durchmesser $= \frac{100.\ 5400}{314}$ oder fast 1720 also der Halbmesser 860 Meilen.

9. Zus. In diesem Falle sind alle Grade von einer Grösse. Findet man also zweene Grade von verschiedener Grösse, so kann die Erde keine Kugel seyn, oder nicht aus der Umdrehung eines halben Kreises um seine Axe entstehen. Da wir nun nicht an allen Orten auf der Erdfläche Abmessungen anstellen können, sondern aus etlichen wenigen, die wir anstellen können, die Gestalt der Erde schliessen müssen, so sind wir genöthiget, hiebey etwas anzunehmen, das uns dergleichen Schlüsse zu machen verstattet. Wir sehen nähmlich die Erde als einen **kugelähnlichen Körper**, als ein **Sphäroid**, das aus der Umdrehung einer andern krummen Linie um ihre Axe, welche mit der Erdaxe (Astr. 207.) einerley ist, entstehet, wobey es natürlich ist zuerst auf die Ellipse zu fallen, eben wie Kepler nach dem Kreise zuerst auf sie gerathen hat (Astr. 247.). Diese Voraussetzung bringet uns noch den Vortheil, daß die verschiedenen Grade, aus deren Vergleichung wir die Gestalt der Erde finden wollen, nicht eben alle in einer Mittagsfläche seyn müssen; Alle Durchschnitte der Erde durch die Pole sind nähmlich bey

der Kugel mit dem Halbkreise, und bey dem Sphäroid mit der krummen Linie, die solches beschreibt, einerley. Ob sich aber eine Ellipse, oder eine andere krumme Linie hieher schicken, muß aus den Eigenschaften dieser Figuren beurtheilet werden, und läßt sich also hier nicht ausmachen.

10. Zus. Wenn AB; OP; 2. Fig. zweene Grade auf der Erdfläche und C; Q die ihnen zugehörigen Winkel (7) sind, so nehme man diese Grade für Kreisbogen an, die C; Q, zu Mittelpuncten, und CA = CB, QO = QP; zu Halbmessern haben. Weil diese Grade nur kleine Stückchen vom Umfange der Erde ausmachen, so wird diese Voraussetzung keinen gar zu merklichen Irrthum geben, was auch die krumme Mittagslinie ABOP (9) für eine Gestalt hat. Man kann nähmlich diese kleinen Bogen beynahe als gerade, und folglich wegen der Perpendikel auf sie (4) als Tangenten der gleichen Winkel C; Q; ansehen, die bey kleinen Winkeln von den zugehörigen Kreisbogen nicht sehr unterschieden sind. Also ist AB : OP = AC : OQ (G. 44. S. 11. Z.).

11. Zus. Wenn OP länger als AB ist, oder die Grade vom Aequator nach dem Pole zu wachsen, so ist die Erde um den Aequator krümmer oder erhabener und um den Pol flächer; man muß nähmlich bey den Polen weiter gehen als bey dem Aequator, ehe die Krümmung nach (4) merklich wird.

12. Zus. Wenn man annimmt, die Erde weiche nicht allzuweit von der Kugelgestalt ab, oder sie

sey

sey ein Sphäroid (9) von einer nicht allzusehr excentrischen Ellipse (Astr. 238.) so kann man aus zween auf einer Seite des Aequators gemessenen Graden, die Gestalt dieser Ellipse oder die Linien SA, SP; den Halbmesser des Aequators, und die halbe Axe der Erde, finden. (Maupertuis fig. de la terre L. I. ch. 9. Klingenstierna Abhandl. der K. Schwed. Ak. der W. 1744. 139. S. meiner Uebers.). Jener ist länger als diese, wenn der nächste Grad beym Pole der größte ist, wie in (11); das Sphäroid entstehet alsdenn aus der Umdrehung der Ellipse um ihre kleine Axe, die zugleich die Erdaxe, wie die grössere des Aequators Durchmesser ist. Es heißt ein zusammengedrucktes Sphäroid (latum), weil es an den Polen flächer und am Aequator krümmer ist, als Kugeln am Pole und am Aequator seyn würden, die SP; SA, zu Halbmessern hätten.

13. Das Gegentheil von allen diesen (11. 12.) erfolgt, wenn die Grade vom Aequator nach dem Pole wachsen. Die Erde wird alsdenn ein längslichtes Sphäroid (oblongum).

14. Lehns. Gesetzt, die Erde sey anfangs eine flüßige Kugel gewesen, deren Theile durch die Schwere (Mech. 6.) zusammengehalten wurden; wenn diese Kugel die tägliche Bewegung (Astr. 207.) bekommen hat, so werden sich ihre Theile destomehr erhoben haben, je näher sie dem Aequator sind, (Astr. 209.) und es ist also aus ihr ein zusammenge-

drucktes Sphäroid (12) geworden. Eben das muß erfolgt seyn, wenn auch nur die Oberfläche der Erde überall mit Wasser bedeckt gewesen ist.

15. Zus. Da die Erde wirklich um den Aequator herum grosse Meere hat, so muß der Schwung ihnen wirklich die angezeigte Gestalt geben. Sie würden also die anliegenden Ufer überschwemmen, wenn dieselben nicht auch nach eben dem Maasse erhabener wären. Und so erhellet, daß das feste Land die Gestalt haben muß, die der Schwung den Meeren gibt.

16. Anm. Aus diesen und ähnlichen Betrachtungen haben Huygens (sur la cause de la pesanteur p. 146.) und Newton (Princ. L. 3. pr. 19.) die Erde für ein zusammengedrücktes Sphäroid erkläret, ob sie wohl die Verhältniß der Axe zu des Aequators Durchmesser in Kleinigkeiten etwas verschiedentlich bestimmen. Andere Mathematikverständigen haben diese Berechnungen ebenfalls erläutert. S. Lulofs Kenntniß der Erdk. 11. u. f. §. Frisii disquis. math. in causam phys. fig. & magnit. tellur. Theorie de la fig. de la terre, tirée des principes de l'hydrostarique par Mr. Clairaut. Indessen würden alle diese Schlüsse entkräftet seyn, wenn man annähme, die Erde sey anfangs länglichtrund gewesen. Es ist also noch nöthig durch wirkliche Beobachtungen (nach 12. 13) diese Frage zu entscheiden.

17. Anm. Ausmessungen, die Cassini und andere in Frankreich angestellt hatten, gaben die Grade gegen den Pol zu kleiner; also die Erde länglichtrund. S. Cassini von der Figur und Grösse der Erde. Eisenschmid de figura telluris. Neuerlich aber haben Beobachtungen, die in Lappland und Peru angestellt worden, überzeugend dargethan, die Erde sey ein zusammengedrücktes Sphäroid.

S.

S. la figure de la terre, determinée par les obſervations de Mſſrs. de Maupertuis, Clairaut, Camus, le Monnier, Celſius &c. Examen deſintereſſé des differens ouvrages qui ont été faits pour determiner la figure de la terre. La fig. de la terre, det. par les obſ. de Mſſrs. Bouguer & de la Condamine; Meſure des trois premiers degrés du Meridien dans l'hemiſphêre auſtral par Mr. de la Condamine.

18. Anm. Die Geſchichte dieſer Bemühungen zu erzählen, wäre zu weitläuftig, und das meiſte würde auch aus dem, was ich hier als bekannt vorausſetzen darf, nicht verſtändlich ſeyn. S. Lulofs Kenntniß der Erdkugel 1. C. Doch wird es nicht unnütz ſeyn, die von Franzoſen wirklich gemeſſene Grade anzuführen, die erſten drey aus Bouguers Werke. Was Breite iſt, ſ. unten (30)

Breite			
0°	0′	56753 Toiſ.	in Peru
49	23	57074	in Frankreich
66	19	57438	in Lappland
33	18 ſ Br.	57037	am Vorg. d. g. H. von La Caille.

Die neueſten Arbeiten hierinnen ſind vom Herrn de la Caille unternommen worden. Er ſtellte Beobachtungen am Vorgeb. der guten Hoffn. an, welche, mit andern verglichen, ſowohl die Figur der Erde als die Parallaxe des Mondes (Aſtr. 1588.) genauer ſollten kennen lehren. Hr. de la Lande, der übereinſtimmende Beobachtungen anzuſtellen nach Berlin geſchickt ward, ertheilt von dieſer Unternehmung eine Nachricht Mem. de l'Ac. de Pr. 1750. p. 236. u. 379. Jetzo wünſchet man, ſowohl Abmeſſungen der Bogen eines einzigen Mittagskreiſes zu haben, als auch ſich zu verſichern, ob die Erde auf beyden Seiten des Aequators einerley Krümmung hat. S. Betrachtungen über die verſch. Arbeiten zu Abmeſſ. der Erde, Nouv. Bibl. Germ. Octob. Nov. Dec. 1756. und Hamb. Magaz. 19. B. 1. St. des P. Boſcowich Nachricht von ſeiner Abmeſſung des Grades bey Rom Comm. Bonon. Vol. 4.

19. Anm. Diese Untersuchungen können nur noch die Absicht haben, die Gestalt der Erde vollkommener und genauer kennen zu lernen. Daß sie eingedruckt sey, daran hat man wohl nicht mehr zu zweifeln, doch weicht sie auch nicht sehr von der Kugelgestalt ab. Die Verhältniß des Durchmessers des Aequators zur Axe der Erde ist nähmlich nach des Herrn von Maupertuis Abmessungen (Lulofs 26. §.) = 178, 33 : 177, 3 und nach Herrn Bouguer = 179 : 178 (fig. de la terre 6. sect. §. 33.). Herr Euler hat aus Vergleichung der Beobachtungen in Peru, Frankreich und Lappland diese Verhältniß = 201 : 202 gefunden. Einen Begriff von dem Unterschiede zwischen den Berechnungen dieser Gelehrten und der Cassinischen, gibt folgendes, das zum Theil aus des Herrn von Maupertuis Elemens de Geographie am Ende; zum Theil aus Bouguers Werke 6. Sect. §. 39. genommen ist: die Längen sind in Toisen ausgedruckt

Nach	Erdaxe	Durchmesser des Aequators
Cassini	6579368	6510796
Maupertuis	6525600	6562480
Bouguer	6525377	6562026

20. Anm. Nach dem Maupertuis übertrifft also der Durchmesser des Aequators die Axe etwa um $\frac{56}{100}$ des erwähnten Durchmessers. Daher kann man ohne allzugrossen Irrthum die Erde für eine Kugel annehmen, deren Durchmesser die mittlere arithmetische Proportionalzahl zwischen jenen beyden, und also 6544040 wäre. Dieses gibt vermöge der Kreisrechnung für einen Grad eines grösten Kreises 57107,5 Toisen. Nach dem Maupertuis sind des Mittagskreises größter und kleinster Grad 57595 und 56625 Toisen; zwischen denen das Mittel 57108,5 ist, welches mit dem nur gefundenen genau genug übereinstimmt. Bey Maupertuis Elemens de Geographie (Ouvrages divers de Mr. de Maup. 1747.) finden sich Tafeln der Grade der Länge und Breite nach Cassinis und Maupertuis Gestalten der Erde. In den Oeuvres de Mr. de Maup. Lyon 1756, wo die Elemens de Geographie im

III. B. stehen, sind diese Tafeln nicht zu finden. Sie gehen nur von 5 zu 5 Gr. der Breite. Für alle Grade hat Winsheim Tafeln berechnet. Comm. Ac. Imp. Petrop. T. XII.

21. Anm. Auserdem, daß es überhaupt der Mühe werth ist, die Gestalt der Erde, die wir bewohnen, zu kennen, so hat diese Kenntniß besonders in die Schiffarth grossen Einfluß, deren Regeln auf einem Sphäroid etwas anders werden als auf der Kugel. Der Unterschied ist bey einer Wissenschaft beträchtlich, an deren Vollkommenheit soviel gelegen ist. S. Maupertuis El. de Geogr. Art. 18. Celsius Abh. der schwed. Ak. der Wiss. 1741; meiner Ueb. III. B. 298. S.

22. Zus. Wenn die Erde also kugelförmig, und folglich nicht nur vom Mittag nach Mitternacht, sondern auch vom Morgen nach Abend gekrümmt ist, so geht denen, die weiter gegen Morgen wohnen, die Sonne eher auf und unter, als denen, die weiter nach Abend zu wohnen, und jene haben eher Mittag als diese. Fangen also beyde Orter ihre Stunden, jedes von seinem Mittage, zu zählen an, so zählet in eben dem Augenblicke der erste mehr, der andere weniger.

23. Zus. Beyde aber, wenn sie auch noch so weit von einander entlegen sind, können versichert seyn, daß sie ihre Stunden in einem Augenblicke zählen, wenn sie zugleich eine himmlische Begebenheit betrachten, die einem wie dem andern erscheinen muß. In dem Augenblicke, z. E. da der eine den Anfang einer Mondfinsterniß (Astr. 300.) oder den Austritt eines Trabanten aus Jupiters Schatten (Astr. 221.) sieht, muß ihn der andere, wenn er ihn sieht, auch sehen. Gesetzt also, der eine zählt in diesem Augenblicke des Abends um 11 Uhr, der

andere um 10 Uhr, so hat jener eine Stunde eher Mittag gehabt, als dieser. Das heißt der **Unterschied des Mittags in Zeit** (differentia meridianorum).

24. Erkl. Es sey z. F. PCQ des östlichsten Beobachters, PBQ des westlichsten, Mittagskreis. Ihr Winkel BPC, dessen Maaß der Bogen BC ist, wofern dieser Bogen dem Aequator zugehört, heißt der **Unterschied der Mittagskreise in Graden.** Man heißt aber hie Mittagskreis, eines gewissen Ortes z. E. N; nur den Halbkreis durch beyde Pole, in dem N liegt. Die andere Hälfte heißt der entgegengesetzte Mittagskreis, sie hat Mittag, wenn jener Mitternacht hat.

25. Aufg. **Aus dem Unterschiede in Zeit (23) den in Graden (24) zu finden.**

Aufl. Jeder Beobachter giebt den Augenblick (23) in Theilen seines wahren Sonnentages an (Astr. 99. III.). Gesetzt der östlichste zähle in diesem Augenblicke vom Mittage an $4\varkappa$ Minuten seines wahren Sonnentages, und der westlichste 4λ Minuten des seinigen: So befindet sich die Sonne diesen Augenblick in einem Stundenkreise PAQ, der einem Mittagskreise wie dem andern nach Westen zu liegt, weil beyde Nachmittag haben, und mit PCQ einen Winkel APC von $\varkappa$ Graden, mit PBQ einen APB von λ Graden macht (Astr. 99. XI.). Folglich ist beyder Mittagskreise Winkel $= APC - APB = \lambda - \varkappa$ Grade. Man ziehe also die Stunden, Minuten, Secunden, die der westlichste Beobachter hat, von

den

den Stunden, Minuten, Secunden des östlichsten ab, und verwandele den Unterschied so in Bogen, daß man einen Grad auf 4 Minuten Zeit rechnet, eben als ob es Sternzeit wäre. Wenn dem östlichsten Beobachter schon Mitternacht vorbey wäre, so wäre der Winkel APC über 180 Gr. z. E. 180 + 15 = 195 Gr. wenn er 1 Uhr nach Mitternacht zählte. So kann es sich auch für den westlichsten verhalten, wenn beyden Mitternacht vorbey ist. Uebrigens ändert dieses in den Schlüssen nichts. Der beyden Mittagskreise Winkel kann nicht über 180 Gr. betragen (24), also auch ihr Unterschied in Zeit nicht grösser als 12 Stunden seyn.

26. Anm. Wie dieses Folgen aus der angenommenen Krümmung der Erde von Morgen nach Abend sind, so folgt rückwärts aus ihnen diese Krümmung; welche also durch diese Erfahrungen auser allen Zweifel gesetzt wird.

27. Anm. Daher ist der Schatten der Erdkugel kegelförmig, und sein Durchschnitt mit der scheinbaren Mondscheibe ein Kreis (doch s. Astr. 302.). Hievon aber rückwärts auf die kugelrunde Gestalt der Erde zu schliessen, ist nicht mathematisch, einmahl weil auch andere Körper als Kugeln unter gewissen Umständen einen runden Schatten geben können; zweytens weil dieses keinen Begriff von der einzigen richtigen Art, die Gestalt und Grösse der Erde (8; 19;) zu finden, gibt.

28. Anm. Aus der runden Gestalt der Erde folgt, daß wir eine Höhe, von der wir uns entfernen, nach und nach aus dem Gesichte verlieren. In der 15. Fig. der Astronomie bedeute der Kreis um L die Erde, deren Halbmesser LD = LA; und DB sey die Höhe eines Berges, so wird man seine Spitze zuletzt sehen, wenn man von D nach A gekommen ist. Und umgekehrt wird man von D den Raum,

den der Bogen DA bestimmt, ringsherum übersehen. Sind also LD, LB, in einerley Maasse gegeben, so findet man den Winkel L, dessen Maaß DA ist, so: LB : LA = r : cos L, daß man also nur die Länge dieses Bogens DA; aus dem Umfange des größten Kreises der Erde (8) suchen darf, zu finden wie weit man von einer Höhe sehen kann. Wenn man eine mittelmässige Höhe, z E. 5 Fuß als die Länge eines Menschen für DB nimmt, so bekömmt man für LA und LB sehr grosse Zahlen (20) mit denen man selbst rechnen muß, weil man für sie keine Logarithmen hat. Durch die Buchstabenrechnung aber läßt sich die Berechnung eben in diesem Falle ungemein leicht bewerkstelligen, wie ich in einer Anmerkung zum 619 § von Lulofs Kenntn. der Erdk. gewiesen habe. So kann ein Mensch, die nur erwähnte Länge angenommen, sich ringsherum ohngefähr auf eine Weite von 14265 Fuß umsehen. Wäre DB = LD also LB = 2LA so wäre B = 30 Gr. (Trig. 2. Erkl. 1. Zus.) und L = 60 Gr; oder wer um den Halbmesser der Erde über ihre Fläche erhoben wäre, übersähe ringsherum einen Bogen von 60 Graden. Dieses macht begreiflich, wie man die Höhen der Berge aus der Weite, auf welche man sie siehet, schliessen kann, wovon Exempel beym Riccio-lius Geogr. ref. L. VI. c. 13. zu finden sind.

29. **Erkl.** Wenn man die Erde für eine Kugel (20) und ihren Mittelpunct zugleich für den Mittelpunct der scheinbaren Fixsternkugel (Astr. 218.) annimmt; und sich von diesem gemeinschaftlichen Mittelpuncte, Linien nach allen merkwürdigen Kreisen und Puncten der Himmelskugel (Astr. 92.) gezogen vorstellt, so geben dieser Linien Durchschnitte mit der Erdfläche, Kreise und Puncte auf der Erdkugel, die eben die Nahmen führen. So sind der Weltaxe Durchschnitte mit der Erdfläche (Astr. 207.), die **Erdpole**; der Wohnplatz eines Beobachters auf der Erde liegt in seiner Scheitellinie (Astr. 4.)

und

und seine Mittagsfläche (Astr. 28.) schneidet die Erdfläche in dem Mittagskreise dieses Wohnplatzes. Man sieht nähmlich den Wohnplatz als einen Punct an, und dieses ist wegen der Grösse der Erdkugel, auch bey einer ziemlich grossen Stadt erlaubt, wenigstens wenn man nicht zu gewissen Absichten besondere Schärfe verlangt. Eben so gibt der Durchschnitt der Ebene des Aequators (Astr. 26.) mit der Erdfläche, den Aequator auf der Erde; und wie jeder Wendekreis und Polarkreis am Himmel (Astr. 86.) die Grundfläche eines Kegels vorstellet, dessen Spitze der Mittelpunct der Welt ist, so gibt der Durchschnitt dieses Kegels mit der Erdfläche, den Wendekreis und Polarkreis auf der Erde. Die 4. Fig. der Astronomie, wird diese Begriffe etwas erläutern.

30. Erkl. In der 4. F. seyen P, Q, die Erdpole; PEAQ der Mittagskreis eines Ortes E, welcher den Aequator AOD in A, wie der entgegengesetzte Mittagskreis QDP in D schneidet; C der Erde Mittelpunct. So heißt EA die Breite des Ortes, welche, wie die Abweichung (Astr. 46.), nordlich oder südlich ist und der Bogen OA von einem gewissen willkührlichen Puncte des Aequators O nach Morgen zu in Absicht auf diesen Punct gerechnet, seine Länge, der Mittagskreis durch O der erste. Auf dem Sphäroid (17) ist die Breite, der Winkel, den die Scheitellinie mit des Aequators Durchmesser, oder die Ergänzung des Winkels, den sie mit der Erdaxe macht.

31. Anm.

31. Anm. Die Alten haben den ersten Mittagskreis ohngefähr durch die westlichsten ihnen bekannten Länder gezogen, und die Erdfläche von da an gleichsam zu rechnen angefangen; da sie nun von Westen nach Osten vielmehr von der Erde kannten, als von Mittag nach Mitternacht, so stellte der ihnen bekannte Theil der Erde eine Fläche vor, deren Länge von Westen nach Osten, die Breite von Süden nach Norden ginge. S. Ricciol. Alm. nou. P. I. L. II. c. 9. Diese Ursache, warum man die Nahmen Länge und Breite auf die erwähnte Art in die Geographie eingeführt hat, dienet sie besser zu behalten. Jetzo, da man die Erde ringsherum kennet, ist es ganz willkührlich, welchen Mittagskreis man für den ersten annehmen will. Die Holländer ziehen ihn durch den Pik v. Teneriffa; da denn dieser erste Mittagskreis mit dem Mittagskreise der pariser Sternwarte einen Winkel von 18° 50′ 54″ macht, d. i. die Länge der pariser Sternwarte soviel beträgt. Die Franzosen legen den ersten Mittagskreis 20 Gr. 2′ ½ westwärts der pariser Sternwarte durch die Insel Ferro; (Kulofs Kenntn. der Erdk. 620. §.).

32. Zus. Die Linien CE; CP; 4. F. gehen nach dem Scheitel und dem Weltpole, also ist PCE des Weltpoles Abstand vom Scheitel, und folglich desselben Ergänzung ECA; der Polhöhe gleich, und wird aus Astr. 64. I. gefunden.

32. Zus. Der Unterschied der Längen zweener Oerter, ist mit dem Unterschiede der Mittagskreise (25) einerley, und wenn man ihn hat, kann man den Mittagskreis des einen Orts für den ersten annehmen, und den andern dagegen gehörig legen. Dieses geht mit jedem Orte an, bey dem man den Unterschied der Länge von dem angenommenen Orte weiß, und daher ist der erste Mittagskreis willkührlich. In der 3. Fig. mögen die drey Mittagskreise

von

von Londen, Paris, und Berlin, durch A; B; C; gehen; ist nun Paris 2 Gr. 25 M. östlicher als Londen, und 11 Gr. 6 M. westlicher als Berlin, so sind die Bogen

AB =	2 Gr.	25 M.
BC =	11	6
AC =	13	31.

Hier kann man also, welchen von diesen drey Mittagskreisen man will, für den ersten nehmen, und die andern darnach legen; und Berlin, dessen Länge 11 Gr. 6 M. ist, wenn man den Pariser Mittagskreis für den ersten nimmt, wird 13 Gr. 31 M. zur Länge haben, wenn der Londner für den ersten genommen wird. So pflegt man in astronomischen Tafeln und Kalendern, den Mittagskreis, für den sie eigentlich verfertiget sind, für den ersten anzunehmen, und dadurch die übrigen zu bestimmen.

33. Zus. Der Unterschied der Längen wird aus (24) gefunden. Folgendes Exempel aus Herrn Heinsius Nachricht von seiner zu Leipzig angestellten Beobachtung der Mondfinsterniß den 8. Aug. 1748. wird die Sache erläutern (S. Nou. Comm. Ac. Petrop. T. II. p. 411.).

	zu Petersburg	zu Leipzig
Anfang	o St. 10′ 34″	10 St. 58′ 40″
Tycho am Schatten	o 27 9	11 16 32
Tycho tritt ganz aus	2 5 18	12 52 49
Ende	2 26 43	13 15 29

Unterſch. des Mittags			
	1 St.	11′	54″
	1	10	37
	1	12	29
	1	11	14
Mittel (nach Ar. V. 13.)	1	11	34

In Petersburg iſt z. E. wenn man die erſte Beobachtung für vollkommen richtig annähme, beym Anfange 1 St. 11 M. 54 S. mehr gezählt worden als in Leipzig; folglich hat Petersburg um ſoviel eher Mittag gehabt, d. i. es liegt ſoviel oſtlicher als dieſe Zeit in Bogen verwandelt austrägt (25). Wegen der ungewiſſen Gränzen der Schatten (Aſtr. 300.) nimmt man ein Mittel aus mehr Beobachtungen. Wie denn Herr Heinſius aus andern Beobachtungen dieſen Unterſchied 1 St. 12 M. 40 S. ſetzet, welches nach (25) 18 Gr. 10 Min. austrägt.

34. Zuſ. Ein Fehler um eine Secunde wahrer Sonnenzeit, gibt im Bogen des Aequators einen Fehler von 15 S. (25) daher iſt eine ſehr genaue Abmeſſung der Zeit nöthig, und man hat erſt nach Erfindung der Pendeluhren (Mech. 145.) zuverläſſige Beſtimmungen der Längen erhalten.

35. Anm. Eben das iſt eine der vornehmſten Urſachen, warum die Erfindung der Länge zur See, nach dem angewieſenen Verfahren, für ſo ſchwer gehalten wird. Eine Uhr, welche bey der Bewegung des Schiffes ihren Gang ungeſtört behielte, würde dieſe Schwierigkeiten groſſentheils heben, obwohl noch einige übrig bleiben würden, z. E. Fernröhre, mit denen ſich die himmliſchen Begebenheiten genau genug beobachten laſſen, bey dem beſtändigen Schwan-

ken des Schiffes zu gebrauchen ꝛc. S. Abh. der schwed. Ak. der Wiss. 1740; 219. S. der Uebers. Verschiedene Beobachtungen, die man am Monde anstellen könnte, würden, die Länge auf der See zu finden dienlich seyn. S. Lulofs K. d. Erdt. 626. u. f. §. Daß sie eine vollkommenere Theorie des Mondes zum voraussetzen, rechtfertiget mit die Bemühungen, welche die Sternkündiger noch jetzo auf die Verbesserung dieser Theorie wenden. Wie man sich der Bedeckungen der Fixsterne durch den Mond zu Bestimmung der Längen bedienen könne, lehret Euler Mem. de l'Ac. de Pr. 1747. p. 178. und ob der Mond eben die Genauigkeit geben könne als die Jupiterstrabanten, hat Hr. Cassini durch Rechnung Mem. de l'Ac. de Pr. 1749. p. 358. untersucht. Man muß dabey und bey den Sonnenfinsternissen, die man ebenfalls dazu anzuwenden angefangen hat, die Parallaxe in Betrachtung ziehen.

36. Zus. Weil sich die Mondfinsternisse so selten ereignen, hat man mit Nutzen seit Erfindung der Fernröhre, die öftern Verfinsterungen der Jupitrstrabanten (Astr. 276.) gebraucht. Man sollte hier die Beschaffenheit des Fernrohres, damit die Beobachtung angestellt wird, angeben, weil ein längeres, das mehr vergrössert (Dioptr. 89.), die Eintritte (Astr. 221.) später, und die Austritte eher anzeigt. Lulofs K. d. Erdk. 632. §. Nach des Herrn de l' Isle Erfahrungen hat dieser Unterschied bey Fernröhren von $20\frac{1}{2}$ und von 15 Fuß; zuweilen 6 biß 7 Secunden betragen. Comm. Ac. Petrop. T. I. p. 472. Auch kömmt es hiebey auf Jupiters Höhe an, nachdem nähmlich das Licht des Trabanten, von der Luft durch die es gehen muß, mehr oder weniger geschwächt wird. Hievon handelt Herr de Barros Mem. de l' Ac. de Pr. 1755. p. 362. Wie die

Jupi-

	Eintritt des ersten Trabanten	Eintr. d. 1. Tr.	Austr. d. 1. Tr.
	1726. 9. Aug.	1726. 10 Sept.	1726. 28. Oct.
zu Lissab.	12 Uhr 13′ 30″	8 Uhr 54′ 54″	6 Uhr 8′ 52″
Peterb.	14 51 30	11 32 56	8 47 8
Unterſch. d. Mittages	2 St. 38′	2 38 2	2 38 9
Mittel aus allen drey Beob.		2 38 7	

Dieſes Exempel iſt deswegen merkwürdig, weil es anzeigt, wie weit ſich Europa ohngefähr in die Länge erſtreckt, welches 39 Gr. 31 M. 45 S. beträgt.

Jupiterstrabanten und ſelbſt die Mondfinſterniſſe, ohne daß dieſe Verſchiedenheit der Fernröhre viel ſchadet und ſicherer als bisher zu Beſtimmung der Längen zu brauchen ſind, weiſet P. Hell Ephemer. Aſtr. 1764. p. 188. An dem nur a. O. der Comm. Petrop. findet ſich 485. S. folgendes Exempel von dem Gebrauche der Verfinſterungen der Jupiters-trabanten.

37. Zus. Aus 32. ist begreiflich, wie man auf einer Kugel den Mittagskreis jeden Ortes legen kann, wenn man den ersten nach Gefallen angenommen hat. Nimmt man nun in diesem Mittagskreise die gehörige Breite, so ist der Ort völlig bestimmt. Und so wird begreiflich, wie die künstliche Erdkugel könnte verfertiget werden; auf welche man die Oerter nach den Längen und Breiten, wie die Sterne nach den geraden Aufsteigungen und Abweichungen auf die Himmelskugel tragen müßte. Das übrige ist wie bey der Himmelskugel.

38. Anm. Aber diese Art, eine Weltkugel zu verfertigen, würde für andere, eben die Bemühung von neuem erfodern. Man hat also Zeichnungen oder Kupferstiche, auf denen die Sterne oder die Oerter der Erde so entworfen sind, daß sie in die gehörigen Lagen kommen, wenn man diese Kupferstiche auf die Kugel leget: Wie diese Netze der Kugel (S. 2. Th. 7. Erkl. 2. Anm.) zu machen sind, läßt sich hier nicht lehren. Man s. des Herrn Pr. Lowitz second Avertissement sur les grands globes. Nürnb. 1749. Man hat bey solchen Erdkugeln nicht nöthig auf die Abweichung der Erde von der Kugelgestalt zu sehen.

38. Zus. Wenn ein Schiff von einem gewissen Orte gegen Westen zu abfähret, so daß es sich den folgenden Mittag in einem westlichen Mittagskreise befindet, so hat es später Mittag, als es würde gehabt haben, wenn es an dem Orte seiner Ausfahrt geblieben wäre (22). Weil es nun die Zeit zwischen seinen beyden Mittagen für einen Tag rechnen wird; so urtheilt es, es sey nur ein Tag verflossen, wenn wirklich mehr Zeit als ein Tag verflossen ist, soviel nähmlich mehr als der Unter-

schied beyder Mittage beträgt. Fährt es nun auf diese Art immer weiter fort, daß es jeden Tag in einen Mittagskreis kömmt, welcher in Absicht auf den, wo es sich den Tag zuvor befand, nach Westen liegt, so wird es seinen Mittag immer später und später haben, und sein Mittag wird jeden Tag soviel später eintreten als der Mittag des Ortes der Ausfahrt an eben dem Tage, soviel es westlicher gekommen ist. Wenn es sich z. E. in dem entgegengesetzten Mittagskreise (29) des Ortes der Ausfahrt befindet, so hat es Mitternacht, wenn an dem Orte der Ausfahrt Mittag ist, und folglich zwölf Stunden später Mittag als der Ort der Ausfahrt; Gesetzt, der Ort der Ausfahrt, hat innerhalb der Zeit, die das Schiff brauchte, aus seinem Mittagskreise in den entgegengesetzten zu kommen, hundert Mittage gezählt; so hat das Schiff nur 99 gezählt, und zählet seinen hunderten, zwölf Stunden nachdem der Ort der Ausfahrt seinen hunderten gezählt hat: Man begreift leichte, daß auf die Zahl der Tage hiebey nichts ankömmt. Seegelt also das Schiff auf diese Art immer weiter fort, und gelangt endlich wieder an den Ort der Ausfahrt; so daß es ihn bey seiner Rückkunft westlich vor sich findet, wie es ihn bey der Abreise ostlich hinter sich ließ; so muß dieser Unterschied seines Mittags von dem Mittage des Ortes der Ausfahrt noch einmahl soviel als der Unterschied in dem entgegengesetzten Mittagskreise; das ist, 24 St. oder einen ganzen Tag betragen. Das Schiff wird also in seiner Rechnung einen Tag weniger zählen als der Ort der Ausfahrt: Es wird

glauben

glauben am Sonnabende anzukommen, wenn der Ort der Ausfahrt den Sonntag feyert. Seegelte ein Schiff auf eben die Art, nur entgegengesetzt, immer nach östlichen Mittagskreisen, so würde es an jedem Tage eher Mittag haben, als der Ort der Ausfahrt, und also bey seiner Rückkunft einen Tag mehr zählen, z. E. im letzterwähnten Exempel schon Montag haben. Beyde Schiffe würden in ihrer Rechnung um zween Tage unterschieden seyn. Die, welche mit Ferdinand Magellan 1519. den 10. Aug. von Sevilien westwärts abgefahren waren, und die Erde so umschifft hatten, kamen 1522, nach ihrer Rechnung den 6 Sept. aber nach der Rechnung der Einwohner von Sevilien den 7 Sept. zurück. Ricciol. Alm. nou. P. I. L. I. c. 28. S. auch Dampier Reise um die Welt I. Th. 14. Cap.

39. Anm. Die sogenannten Umschiffungen der Erde, sind eigentlich Fahrten um die südlichen Spitzen von America und Africa. Die nur erwähnte ist die erste gewesen. Zu denen, welche Ricciolius Geogr. ref. L. III. c. 24. erzählet sind noch Dampiers 1679; Woodes Rogers 1708. und Ansons 1740; zu setzen. Jede dieser Reisen hat nach den Vorfällen, die sich dabey ereignet, mehr oder weniger Zeit gedauert, daher es lächerlich ist, wenn Ricciolius die Tage dabey zählet, als ob die Reisenden auf der Post um die Welt gefahren wären.

40. Zus. Der Punct E beschreibt bey der Herumdrehung der Erde einen Parallelkreis EF, dessen Halbmesser EG folgendermassen gefunden wird; r : cos AE = CE : EG. Weil sich nun die Umkreise und derselben ähnliche Theile, wie die Halbmesser verhalten, so wird die Verhältniß des Si-

nus totus zum Cosinus der Breite, auch die Verhältniß des Grades auf dem Aequator zum Grade auf dem Parallelkreise geben. Dieser ist z. E. jenes Hälfte, wenn die Breite $= 60°$ oder PE $= 30$. Setzt man also einen Grad des Aequators $= 15$ Meilen, so kann man eine Tafel berechnen, welche den Grad jedes Parallelkreises in Meilen und sechzigtheilen der Meilen oder Minuten ausdrückt. Man nennt diese Tafel Canonion Apiani und sie ist also vermuthlich von Petr. Apian zuerst berechnet worden, in dessen Cosmographie I. Th. 13. C. sie sich findet, man hat sie aber auch in unzählich andern Büchern.

41. Anm. Man pflegt die nur erwähnten Meilen, deutsche zu nennen, ob sie wohl nirgends im Heil. röm. Reiche zu Abmessung der Wege gebraucht werden. Sie sind vermuthlich nach den niederdeutschen Schiffern und Erdbeschreibern so genannt worden, und sollten eigentlich geographische heissen, da man sie in der Geographie mit Bequemlichkeit gebraucht. Die eigentliche Grösse einer solchen Meile aber kömmt auf die Grösse eines Grades an. Nach (20) wäre sie 3807,2 Toisen.

42. Erkl. Der Theil der Erdfläche, welcher zwischen beyden Wendekreisen enthalten ist, heißt der heisse Erdzirkel oder die heisse Zone (torrida) zwischen jedem Wendekreise, und dem nächsten Polarkreise liegt die nordliche, und die südliche, gemäßigte Zone (temperata) und der Raum den jeder Polarkreis rings um seinen Pol einschließt, heißt die nordliche oder die südliche, kalte Zone (frigida).

43. Zus.

43. Zus. Die heisse Zone erstreckt sich auf jeder Seite des Aequators bis auf die Breite von $23\frac{1}{2}$ Gr; jede gemäßigte von der Breite $23\frac{1}{2}$ Gr; bis auf die $66\frac{1}{2}$ Gr; und jede kalte von der Breite $66\frac{1}{2}$ Gr. bis auf die 90 Gr. Was für ein Stück jede von der Kugelfläche beträgt, läßt sich aus G. 65. S. finden. Ich habe in einer Anmerkung zu Lulofs K. d. Erdk. 607. §. gewiesen, daß die halbe heisse Zone 398; die gemässigte 519, die kalte 83. Tausendtheile der halben Erdfläche hält. Auf eine ähnliche Art läßt sich jedes Land mit der Erdfläche vergleichen. So habe ich in einer Anmerk. zum 637. §. des angef. B. gewiesen, daß Deutschland noch nicht $\frac{2}{1000}$ der Erdfläche beträgt.

44. Zus. Wenn die Abweichung der Sonne (Astr. 46.) der Breite eines Ortes (3o) gleich ist, wird ihm die Sonne vertical. Dieses wiederfähret also jedem Bewohner der heissen Zone jährlich zweymahl, denjenigen ausgenommen, welcher sich gleich unter dem Wendekreise an der Gränze der gemässigten befindet, und die Sonne einmahl, am dortigen Solstitialtage im Scheitel hat. Die übrige Zeit steht die Sonne auch im Mittage jedem Bewohner des heissen Erdstriches ziemlich hoch; den übrigen Zonen wird sie nie vertical, und steht den kalten auch im Mittage beständig niedrig.

45. Erkl. Von denen, die unter dem Aequator wohnen, sagt man, daß ihnen die Weltkugel senkrecht stehe (Sphaera recta), zwischen dem Aequator und dem Pole steht sie schief und unter dem Pole parallel.

46. Anm. Die Nahmen sind von den Winkeln der Tagekreise mit dem Horizonte hergenommen. Bey der senkrechten gehen alle Sterne auf und unter; bey der schiefen immer weniger Sterne in der einen Hälfte des Himmels auf, in der andern unter, bis bey der parallelen, gar keine weder auf noch untergehen.

47. Lehrs. Die, welche unter dem Aequator wohnen, haben beständig Tag und Nacht gleich; die übrigen Bewohner der hitzigen, und die Bewohner der gemässigten Zonen, haben länger Tag als Nacht, wenn sich die Sonne mit ihnen auf einer Seite des Aequators befindet, und den längsten Tag, wenn sie sich in dem diesseitigen Wendekreise befindet: Die entgegengesezte Lage der Sonne gibt ihnen längere Nächte als Tage, und den kürzesten Tag. Auch ist an einem Tage der Unterschied zwischen Tag und Nacht desto grösser, je grösser die Breite des Ortes ist. So lang der Tag für eine gewisse Abweichung der Sonne an einem Orte ist, so lange ist daselbst die Nacht für die gleiche entgegengesezte Abweichung. Der Beweis läßt sich aus Astr. (102) geben, und durch die künstliche Erdkugel sinnlich machen, wenn man auf derselben die Lage der Tagekreise gegen jeden angenommenen Horizont betrachtet.

48. Zus. Die Sonne geht nicht unter, wenn ihr Tagekreis ganz über den Horizont des Ortes fällt; d. i. wenn ihr Abstand von seinem nächsten Pole, die Ergänzung ihrer Abweichung, nicht grösser

ist

ist als die Polhöhe. Sind beyde gleich, so streift sie am Horizonte hin, wenn sie am tiefsten kömmt, und erhebt sich gleich wieder. Ist die Polhöhe grösser, so geht die Sonne zweymahl über dem Horizonte durch den Mittagskreis. Da nun der geringste Abstand der Sonne vom Pole $66\frac{1}{2}$ Gr. seyn kann, so finden diese Begebenheiten nur in der kalten Zone statt (43); und nahe am Pole kann viel Monate lang Tag seyn, wie gleich unter dem Pole ohngefähr ein halbes Jahr lang Tag.

49. **Anm.** Wofern es sich mit der Dämmerung unter dem Pole wie bey uns verhält, so geht die Morgendämmerung daselbst an, wenn die Sonne 19 Gr. tief unter dem Horizonte des Poles, d. i. unter dem Aequator ist; und die Abenddämmerung dauert ebenfalls von dem Durchgange der Sonne durch den Aequator an, bis sie die erwähnte Tiefe erhält. Aus der Theorie der Sonne läßt sich berechnen, daß jede dieser Dämmerungen ohngefähr 54 Tage dauert. Also ist es nicht viel über 2 Monat völlig dunkel, und diese kurze Nacht, noch oft über die Hälfte Mondschein, der daselbst sehr stark ist, weil der Vollmond sehr hoch steht, wenn die Sonne sehr tief unter dem Horizonte steht. Vermuthlich aber bricht die dichtere Luft um den Pol die Strahlen noch stärker als die unsrige, welches die Dämmerungen noch verlängert. Eben wegen der Refraction kann man schon an den Gränzen der gemässigten Zone, wenn man über die Breite von 65° 54′ kömmt, die Sonne über 24 St. sehen. S. Ricciol. Geogr. ref. L. 7. c. 17.

50. **Anm.** Die Nahmen der Zonen (42) sind nach (44) daher entstanden, weil die Sonnenstrahlen desto weniger erwärmen, je schiefer sie auffallen. Aber die Wärme eines Tages kömmt nicht blos auf die Mittagshöhe der Sonne, sondern mit auf die Länge des ganzen Tages an, daher können die sehr langen Sommertage schon an den Grän-

zen der gemässigten Zone (47) viel wärmer, oder doch so warm seyn, als die Sommertage in der heissen, welche nicht viel länger als 12 Stunden werden: S. meine Erläuterung der halleyischen Methode die Erwärmung von der Sonne zu berechnen, im Hamb. Mag. II B. 4. St. und Lulofs Kenntniß der Erdk. II. B. 6. Cap. Auserdem haben auch, die Beschaffenheit des Erdreichs, und andere Umstände, viel Einfluß in die Wärme und Kälte. Engelland weiß nicht soviel von Schnee und Eiß als das benachbarte Holland. Canada und Frankreich liegen in einerley Breite, und sind an der Witterung ungemein unterschieden. Südwärts des Aequators finden die Schiffer grosse Kälte, und in gleichen nordlichen Breiten ist es sehr warm. Zu Frankfurth an der Oder und in Danzig, hat man das Thermometer eben so hoch stehen gesehen, als zu Batavia. Hamburg. Mag. V. B. 3. St. 4. Art. In Frankreich steht es oft viel höher als in America am Ufer des Meeres beym Aequator. Bouguer fig. de la terre; Voy. au Perou p. 21. S. Lulofs Abhandlung de cauſſis, propter quas zona torrida eſt habitabilis.

51. Erkl. Frühling, Sommer, Herbst und Winter fangen sich den Bewohnern der nordlichen gemässigten und kalten Zonen, mit dem Eintritte der Sonne in den Widder, den Krebs; die Wage, den Steinbock an; der erste und dritte also mit den Nachtgleichen, der zweyte und vierte mit den Sonnenständen.

52. Zus. Diese Jahrszeiten sind nicht genau gleich lang, und in völliger Schärfe nicht allemahl ein Jahr so lang als das andere (Astr. 242). Frühling und Sommer betragen zusammen ohngefähr 186 Tage; Herbst und Winter 179; weil die Erde im Winter geschwinder geht als im Sommer (Astr. 243. 232.).

53. Zus.

53. Zus. In den südlichen Zonen auser den Wendekreisen sind diese Jahreszeiten verwechselt. Unser längster Tag ist ihr kürzester (47) und also fängt sich ihr Winter mit unserm Sommer zugleich an; folglich wird unser Frühling, die nächste Jahreszeit vor ihrem Winter; d. i. ihr Herbst seyn.

54. Zus. Ein Ort zwischen den Wendekreisen kann zweene Sommer rechnen, jeden von der Zeit, da ihm die Sonne einmahl vertical wird (44). Dieses gibt also andere Abtheilungen der Jahreszeiten, mit denen es nicht nöthig ist sich hier aufzuhalten, da es nur auf Worte ankömmt. S. Lulofs Kenntn. der Erdk. II. B. 3. C.

55. Erkl. Wenn man durch jeden Punct, wo der längste Tag eine halbe Stunde länger ist (47) Parallelkreise mit dem Aequator zieht, so theilet man dadurch die Erdfläche in Climata ein, deren jedes von einem solchen Parallelen bis zu dem nächsten gehet.

Die Alten haben aus Mangel tüchtiger Werkzeuge, die Polhöhen aus der Länge des längsten Tages bestimmt, welches aus (Astr. 102.) begreiflich wird. Diese sehr unrichtige Bestimmung wird jetzo gar nicht mehr gebraucht, und die Eintheilung in Climata eben so wenig, die man nur wissen muß, um die Alten zu verstehen. S. Ricciol. Geogr. ref. L. VII. c. 9. und c. 12. wo er die Climata mit Betrachtung der Refraction, welche die Tage verlängert, berechnet hat.

56. Erkl. Von den verschiedenen Lagen des Mittags-Schattens hat man den Bewohnern der Erde besondere Nahmen gegeben. Die, welche an manchen Mittagen keinen Schatten werfen (44), heissen Ascii; Sie sind zugleich Amphiscii oder ihr Mittagsschatten fällt zu einer Zeit des Jahres nordwärts, zur andern südwärts. Denjenigen, auser den Wendekreisen, denen die Sonne täglich auf- und untergeht, und also den Bewohnern der gemässigten Zone, wenn man die Refraction beyseite setzt (48. 49.), fallen die Mittagsschatten beständig entweder nordwärts oder südwärts, daher sie heteroscii heissen. In der kalten Zone gibt es zu der Zeit, wenn die Sonne nicht untergeht, und also zweymal in den Mittagskreis kömmt (Astr. 67.) zweene Mittagsschatten, von entgegengesetzten Lagen, also beschreibt da der Schatten eines stillstehenden aufgerichteten Körpers einen Kreis um ihn, und die Leute heissen periscii. Andere Nahmen haben die Völker von den Lagen ihrer Wohnplätze gegen einander bekommen. In einerley Mittagskreisen, und gleichen, aber entgegengesetzten Breiten (29) wohnen Antoeci; In einerley Breite, aber entgegengesetzten Mittagskreisen, perioeci; in gleichen und entgegengesetzten Breiten, und entgegengesetzten Mittagskreisen, also an den beyden Enden eines Durchmessers der Erdkugel, Gegenfüsser, Antipodes. Aus dem vorhergehenden ist leicht herzuleiten, was diese Völker zu einer Zeit für Verschiedenheit wahrnehmen; zum Exempel, auser den Wendekreisen haben Antoeci

wie

wie auch Gegenfüsser die Jahreszeiten entgegengesetzt (53).

57. Erkl. Die Winde zu unterscheiden, theilen die Schiffer den Horizont durch 32 Weltgegenden. Nach den vier Hauptgegenden Nord, Ost, Süd, West (Astr. 43.) entstehen die Nebengegenden durch fortgesetzte Halbirung der Winkel. Die vier ersten Nebengegenden halbiren die Winkel zwischen den Hauptgegenden: Jeder Nahme besteht aus den Nahmen der beyden Hauptgegenden, zwischen denen sie liegt, es wird aber der Nahme der Gegend vorangesetzt, die sich in der Mittagslinie befindet. Also heissen sie NO. SO. SW. NW. Die Winkel zwischen jeder Hauptgegend und der nächsten ersten Nebengegend, geben acht zweyte Nebengegenden; Jeder Nahme bestehet aus dem Nahmen der Hauptgegend, und der ersten Nebengegend, jene voran genannt. Sie sind also NNO. ONO. OSO. SSO. SSW. WSW. WNW. NNW. Endlich geben die sechszehn Winkel, die man solchergestalt bekommen hat, halbirt, soviel dritte Nebengegenden. Jede liegt entweder an einer Hauptgegend, oder an einer ersten Nebengegend, und bekömmt ihren Nahmen von dieser anliegenden Gegend und der nächsten Hauptgegend, nach welcher sie in Absicht auf jene zu liegt, welches durch die Sylbe gen angedeutet wird. NgO. NOgN. NOgO. OgN. OgS. SOgO. SOgS. SgO. SgW. SWgS. SWgW. WgS. WgN. NWgW. NWgN. NgW.

58. Zus.

58. Zus. Die Weltgegenden werden durch die Mittagslinie bestimmt. Jede macht mit der nächsten einen Winkel von $11\frac{1}{4}$ Gr. Kleinere Eintheilungen wären für die Schiffer zu beschwerlich. Die Nahmen zeigen offenbahr an, daß diese Eintheilung von Deutschen ist erfunden worden, sie werden aber jetzo von allen Europäern, die Italiäner etwa ausgenommen, gebraucht. Ricciol. Geogr. ref. L. 10. c. 16. Auch ausser der Schiffahrt, braucht man ähnliche Eintheilungen des Horizonts, z. E. die Markscheider, in Stunden. S. v. Oppel. Markscheidekunst 282. u. f. §.

59. Aufg. Die Weite zweener Oerter auf der Erde F; M; 4. F. d. i. den Bogen des größten Kreises durch sie FM; zu finden.

Aufl. In dem Kugeldreyecke FPM; ist der genannte Winkel durch den Unterschied der Längen, nebst den Seiten PF; PM; als den Ergänzungen der Breiten, gegeben; Sind die Breiten beyder Oerter entgegengesetzt, wenn z. E. der eine M nordwärts, der andere südwärts des Aequators läge, so ist für den letztern, die Seite Pf, die Summe der südlichen Breite und 90 Gr. allemahl also findet man die Seite FM nach Sphär. Trig. 10. S. 9. Fall.

60. Zus. Wenn beyde Oerter eine Länge haben, so ist ihre Weite der Unterschied der Breiten, oder die Summe, wenn die Breiten entgegengesetzt sind.

61. Zus.

61. Zus. Die Weite wird nach (20) in bekannten Maassen der Entfernungen, z. E. Fussen, Meilen, ausgedrückt; und umgekehrt läßt sich eine Entfernung, die in bekannten Maassen gegeben ist, durch Grade und Theile des Grades ausdrücken.

62. Erkl. Eine Landcharte heißt ein perspectivischer Entwurf eines Theiles der Erdfläche.

63. Zus. Es kann also hievon soviel verschiedene Arten geben, sovielerley Lagen des Auges und der Tafel (Persp. 5.) möglich sind. Die leichtesten erkläret Persp. 23. Da es unmöglich ist die Stellen einer Kugelfläche alle in ungeänderten Lagen auf einer Ebenen zu entwerfen, so hat diejenige Projection den Vorzug, welche die größte mögliche Aehnlichkeit beybehält. Haase, der unter den Deutschen zuerst die Landcharten nach mathematischen und historischen Gründen zu verbessern angefangen hat, hat in seiner zu Leipzig 1717. gehaltenen Disputation, Sciagraphia tractat. de proiectionibus gewiesen, daß es die von ihm so genannte stereographische Horizontalprojection sey. Nach ihr sind die Charten von der kosmographischen Gesellschaft verzeichnet worden. S. die Vorrede zu dem Gesellschaftsatlas. Die Regeln hievon setzen mehr Gründe der Geometrie voraus, als ich hier für bekannt annehmen darf. Der allgemeine Begriff hievon ist folgender: Man ziehe durch das Mittel des Landes, das man verzeichnen will, einen Durchmesser der Erdkugel und setze auf selbigen durch der

Erde

Erde Mittelpunct einen größten Kreis senkrecht. Dieser ist die Tafel und das Auge befindet sich am Ende des erwähnten Durchmessers, also um einen ganzen Durchmesser über das Mittel des Landes erhoben, und sieht in die Höhlung der Kugel.

64. Zus. Ein Stück der Kugelfläche, das man seiner Kleinigkeit wegen für eben annehmen darf, läßt sich folgendermassen verzeichnen. Die Parallelen AB; CD; 7. F. sollen die beyden Bogen der Parallelkreise bedeuten, welche es nach dem Aequator und nach den Polen zu begränzen, und AC; DB; die Bogen der Mittagskreise, die es nach Westen und nach Osten einschliessen. Diese Bogen nehme ich so klein an, daß sie sich ohne merklichen Fehler durch gerade Linien vorstellen lassen. Eine willkührliche Länge AK, bedeute einen Grad eines Mittagskreises, oder jedes andern größten Kreises. Aus der Breite des Parallelkreises durch AB; läßt sich berechnen, was für ein Stück der Grad dieses Parallelkreises von dem Grade des größten ist (40). Man nehme also AL in der gehörigen Verhältniß zu AK, so hat man einen Grad des Parallelkreises, oder einen Grad der Länge, in der Breite von A. Jeden dieser Grade kann man in seine Minuten eintheilen. Nun sollten in der völligen Schärfe die Grade im Bogen CD kleiner seyn als in AB; daß also die Winkel bey A; B; spitzig würden; man kann sie aber hier ohne merklichen Irrthum für rechte annehmen, wie auch (30) erfodert. Trägt man also für einen gegebenen Ort den Ueberschuß

seiner

seiner Breite über die von A; aus A in F; und den Ueberschuß seiner Länge über die von A, aus A in E; und zieht FG mit den Parallelen, EG mit den Mittagskreisen, gleichlaufend, so hat man seine Stelle G auf der Charte.

Exempel. Die Breite von A sey $= 60°$ die von C $= 60° 50'$; die Länge von A $= 20°$ die von B $= 20° 40'$. Man setze den Grad des größten Kreises $= 10\,000\,000$ so ist der Grad der Länge in der Breite von A $= 5000\,000$ in der Breite von O $= 4873517$; Weil sich nähmlich die Grade der Länge zum Grade des größten Kreises wie die Cosinus ihrer Breiten zum Sinus totus verhalten (40), so lassen sie sich durch die Zahlen dieser Cosinusse selbst ausdrücken, wenn man den Grad des grösten Kreises durch die Zahl des Sinus totus selbst ausdrückt. Also wird AB $= \frac{2}{3}.5000\,000 =$ 3333333 und CD $= \frac{2}{3}.4873517 = 3249011$; Nimmt man nun die Winkel bey A und B spitzig, aber doch gleich an, so läßt sich leicht zeigen, daß ein Perpendikel von C auf AP; darauf von A aus ein Stück $= \frac{1}{2}(AB - CD)$ abschneiden würde, das sich zu AC wie cos A : sin tot verhielte. Nun ist dieses abgeschnittene Stück im gegenwärtigen Fall $= 42161$; und AC $= \frac{5}{6}.10\,000\,000$ also cos A $=$

$$\frac{10\,000\,000.42161}{\frac{5}{6}.10\,000\,000} = 50593;$$

daß also die Ergänzung des Winkels A zwischen 17 und 18 Min. fällt, oder A $= 89° 42' +$ ist; Man nimmt also die Winkel bey A und B für rechte an. Nun sey z. E.

die

die Breite eines Ortes 60° 25′ und seine Länge = 20° 12′ so nehme man AF = $\frac{2}{6}\frac{5}{0}$. AK und AE = $\frac{1}{6}\frac{2}{0}$. AL; so gibt sich die Stelle G.

65. Zus. Hat man nur noch einen Ort H; eben so verzeichnet, so läßt sich jeder andere I auf die Charte bringen, dessen Entfernungen von jeden beyden man im bekannten Maasse, z. E. Fussen, Meilen, ꝛc. weiß. Man drücke nähmlich diese Entfernungen durch Theile des Grades AK aus und beschreibe mit den Längen, die man solchergestalt bekömmt, als mit Seiten ein Dreyeck über GH; welches I geben wird, nur daß man noch wissen muß, auf welcher Seite von GH; I liegt.

Wäre z. E. die Entfernung des dritten Ortes von G = 11421,5 Toisen; so betrüge sie $\frac{1}{5}$ eines Grades (20) und I würde sich in einem Kreise befinden, der G zum Mittelpuncte und $\frac{1}{5}$ AK zum Halbmesser hätte.

66. Zus. Wüßte man die Weltgegend, nach welcher der dritte Ort von G zu läge nebst seiner Entfernung von G, so zöge man eine Linie in den gehörigen Winkel MGI gegen MGE den Mittagskreis von G (57) und nähme darauf GI von der gehörigen Länge. Z. E. läge der dritte Ort NO von G, so wäre MGI = 45°.

67. Zus. Weiß man die Weltgegenden, nach denen der dritte Ort von jedem der beyden ersten liegt, so braucht man keine Entfernung zu wissen, weil man die Lage der Linie HI wie vorhin der Linie

nie H findet, den Durchschnitt I gibt. Dieß ist nichts weiter als der §. 38 S. III. Fall.

67. Anm. Diese Erinnerungen können mit Nutzen gebraucht werden, kleine Theile der Erdfläche in Grund zu legen, wobey man aber die Bedingung im Anfange von 64. nicht vergessen muß. Aus dergleichen Verzeichnungen kleiner Gegenden lassen sich Charten grösserer Länder nach den Vorschriften der Projection zusammen setzen, wenn nur dort die Längen und Breiten der Hauptörter angegeben sind.

Allgemeine Begriffe von der Schiffahrt.

68. Wenn die Erde eine ebene Fläche wäre, so würde man von einem Orte G 7. F. zum andern I zu kommen, nur die Weltgegend nach der I in Absicht auf G liegt, d. i. den Winkel MGI bemerken. Dieser Winkel liesse sich aus den Längen und Breiten beyder Oerter berechnen. Die Regeln, die man hiebey findet, machen die sogenannte ebene Schiffahrt aus, welche ihrer Leichtigkeit wegen zuerst pflegt gelehret zu werden, und auf kleinen Stücken der Erdfläche brauchbar ist.

69. Nun aber ist die Erde eine Kugel, von welcher die z. F. drey Mittagskreise vorstellen mag. Ein Schiff befinde sich in A, und fahre von da nach einer gewissen Weltgegend aus, so macht sein Weg AM einen gewissen Winkel mit dem Mittagskreise PAQ; Setzt es nun seinen Weg aus M nach eben

der Weltgegend fort, so macht desselben folgender Theil MN mit dem Mittagskreise PMQ eben den vorigen Winkel; und so wird begreiflich, wie sich eine Linie verzeichnen läßt, in welcher das Schiff gehen müßte, wenn es immer nach einer Weltgegend fortseegelte; diese Linie müßte mit allen Mittagskreisen einerley Winkel machen; z. E. 45 Gr. wenn P der Nordpol, PAQ der westlichste Mittagskreis und die Weltgegend NO wäre; für jeden andern Winkel, würde sich eine andere solche Linie geben. Sie heißt von dem schiefen Laufe des Schiffes in ihr, die Loxodromie und ist kein Kreiß, und nicht einmahl eine von den krümmen Linien, welche den Alten bekannt gewesen: daher haben die Mathematikverständigen noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts viel Schwürigkeiten gefunden, diese Linie zu verzeichnen und zum Gebrauche anzuwenden. Jacob Bernoulli hat durch die Rechnung des Unendlichen gewiesen, wie man sich bey der sphärischen Erde dieserwegen zu verhalten habe. Op. Iac. Bern. n. 42; n. 90. §. 50; n. 91. Und die Beschaffenheit der Loxodromie auf den Sphäroid, haben Colin Mac Laurin; Treat. of Flux; §. 896. Walz Act. Erud. Lipſ. Mai. 1741. und andere untersucht. S. Murdoch; nouvelles tables loxodromiques trad. par Bremond. Die Loxodromie zu finden, nach welcher ein Schiff von einem gegebenen Orte an einen gegebenen Ort kommen kann, erfodert besondere Tafeln.

70. Auf den Landcharten (62) kann man bey entlegenen Oertern nicht sehen, nach was für einer Weltgegend ein Ort in Absicht auf den andern liegt. Die Seecharten, welche vom Mercator dazu angegeben sind, stellen die Parallelkreise und Mittagskreise durch gerade senkrecht auf einander stehende Linien vor; an statt aber daß die Grade der Parallelkreise nach dem Pole zu immer abnehmen müßten, wenn die Grade der Mittagskreise durchgängig gleich blieben (40), sind die Grade der Parallelkreise durchaus gleich, und der Grad des Mittagskreises in jeder Breite wird soviel vergrössert, daß er die gehörige Verhältniß zu dem unveränderlichen Grade des Parallelkreises bekömmt. An statt z. E. daß in der Breite von 60 Gr; der Grad des Parallelkreises halb so groß seyn sollte, als der unveränderliche Grad des Mittagskreises; wird hier der Grad des Mittagskreises noch einmahl so groß gemacht, als der unveränderliche Grad des Parallelkreises, daher man die Charten mit wachsenden Graden, oder Breiten nennt.

71. Die Weltgegenden (58) zu finden, bedienet man sich des Compasses, wo man aber auf die Abweichung der Magnetnadel von der wahren Mittagslinie acht haben muß, die weder an einem Orte zu verschiedenen Zeiten noch an allen Orten zu einer Zeit einerley ist. Halley hat eine Theorie von diesen Veränderungen gemacht, und dadurch die Abweichungen der Erfahrung gemäß bestimmt. Man hat eine Charte von ihm, worauf die Abwei-

chungen wie sie damahls waren, verzeichnet sind. Mountaine und Dodson, haben dergleichen Charte 1744. wieder herausgegeben, die aber nicht in allen Stücken die gehörige Richtigkeit hat. S. Euler recherches sur la declin. de l'aigu. Mem. de l'Ac. de Pr. 1757. Pr. Mayer zu Göttingen hat in der Kön. Gesellsch. der Wiss. 1761; 62, zwo noch ungedruckte Vorlesungen von der Theorie der Abweichung und Neigung der Nadel gehalten. Seine Theorie stimmt mit den Beobachtungen über die Erwartung überein. Eine Theorie der Neigung der Nadel mit Versuchen verglichen, vom jüngern Hrn. Euler findet man Mem. de l'Ac. de Pr. 1755. p. 117.

72. Vollständigere Nachrichten von der Schiffkunst findet man in den häufigen Anleitungen dazu, z. E. Archib. Patoun; compleat treatise of practical navigation; Bouguer de la navigation u. d. m.

Die

Die Chronologie.

1. Erkl. Die Chronologie ist beschäfftiget die Zeit abzumessen, und besonders die Eintheilungen der Zeit, welche unter den Menschen gebräuchlich sind, mit denen zu vergleichen, die durch die himmlischen Körper gemacht werden.

2. Anm. Ohne diese Wissenschaft hat man keine Begriffe, von den Eintheilungen der Zeit, nach denen alle menschliche Geschäffte geordnet werden, so wenig, als wie die Begebenheiten, von denen wir Nachrichten haben, nach einander gefolget, oder welche zugleich vorgegangen sind. Dieser letztere Gebrauch der Zeitrechnung, die historische Chronologie, ist aber ungemein vielen Schwürigkeiten unterworfen, und kann hier gar nicht berühret werden.

3. Erkl. Der Aufenthalt der Sonne über dem Horizonte heißt der natürliche Tag, wie ihr nächstfolgender Aufenthalt unter dem Horizonte Nacht.

4. Erkl. Der Anfang des Tages ist von verschiedenen Völkern verschiedentlich gemacht worden. Verschiedene Morgenländer haben vor diesem den Aufgang der Sonne dafür angenommen. Die Italiäner rechnen den Untergang der Sonne dafür. Fast alle übrigen europäischen Völker fangen ihn von Mitternacht, und die Astronomen vom Mittage an. Man s. Plin. Hist. Nat. L. II. c. 76. Da die römischen Priester u. a. den Tag von Mitternacht angefangen haben, so ist es nicht wahrscheinlich, daß die Christen bey Erwählung dieses Anfanges auf die Geburt Christi in der Nacht gesehen. Die Zeit

vom Anfange jeden solchen Tages bis zum Anfange des nächstfolgenden wird in 24 Stunden getheilet, die man gleiche nennt, weil einige Völker den natürlichen Tag (3) in 12 St. und seine Nacht in eben soviel getheilt haben, daraus also, nachdem an einem Orte der natürliche Tag zu verschiedenen Zeiten des Jahres lang oder kurz ist, ungleiche; jüdische, alte, oder Planetenstunden entstehen.

Exempel. Den 18 Jul. 1753. gieng die Sonne zu Berlin früh um 4 Uhr auf, und Abends um 8 Uhr unter. Der astronomische 18 Jul. fing sich im Mittel zwischen diesen beyden Zeiten oder acht Stunden nach Aufgange der Sonne an; eine Begebenheit, die sich früh um 5 Uhr ereignet hatte, gehörte zum 17 Jul. nach astronomischer Art zu reden, und die Sonne ging acht Stunden vor dem Anfange dieses 18 Jul. auf. Nach der europäischen Art zu rechnen, fing sich der 18 Jul. mit der Mitternacht vor dem genannten Aufgange der Sonne an, und es waren also von ihm vier Stunden verflossen, als die Sonne aufging. Die Astronomen und die christliche Kirche verhalten sich hier wie Bewohner entgegengesetzter Mittagskreise (Geogr. 29.). Nach der Morgenländischen Art zu rechnen, fing sich der 18 Jul. zu der Zeit an, die wir früh um 4 Uhr nennen; und der Mittag fiel in die achte morgenländische oder babylonische Stunde. Weil nun die Sonne vier Stunden vor der Mitternacht untergegangen war, mit welcher sich der europäische 18 Jul. anfing, so fängt sich der italiänische 18 Jul. vier Stunden vor dieser Mitternacht an; oder die Mit-

ternacht fällt in die italiänische vierte, der Aufgang der Sonne in die achte, und der Mittag in die sechszehnte Stunde.

5. Zus. Man kann die morgenländischen und italiänischen Stunden leicht in europäische verwandeln, wenn man weiß, wie lange vor Mittage die Sonne aufgeht, und der Mittag fällt nach jener Art zu rechnen immer auf andere und andere Stunden, wie der Aufgang und Untergang der Sonne nach der europäischen auf andere und andere Stunden fällt. Eine Vergleichung der italiänischen Stunden mit den europäischen findet man am Ende des IIII. Th. von des P. Labat Voyage d'Espagne & d'Italie. Sie ist nur auf die Polhöhen von 40 bis 44 Gr. gerichtet. Denn man begreift leicht, daß sie sich mit den Polhöhen ändern muß (Geogr. 47.). Man s. auch Labats angef. Reise II. Th. 2. Cap. 32. S. Durch einen Befehl J. Kais. Maj. vom 20. Nov. 1749. braucht man im florentinischen seit dem 31 Christm. 1749. europäische Stunden. S. Hamb. Magaz. X. B. VI. St. 2. Art.

6. Erkl. Die Woche ist eine Zeit von 7 Tagen.

7. Zus. Sie ist vermuthlich bey den heidnischen Völkern, die sie gebraucht haben, als ein Ueberrest der Religion der Patriarchen geblieben, wo sie ein Denkmahl der Schöpfung gewesen seyn wird. Daß wir ihre Tage von den Planeten benennen; rühret aus dem astrologischen Aberglauben her. Die Sterndeuter gaben jede Stunde einem Planeten zu regieren, und nannten den Tag von dem Planeten,

der seine erste Stunde regiert. Wenn man nun die Planeten nach der ptolemäischen Weltordnung von oben herunter zählet ♄; ♃; ♂; ☉; ♀; ☿; ☾; und des ersten Tages erste Stunde dem Saturn gibt, so bekommen, Sonne, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Venus, und wieder Saturn, die ersten Stunden des zweyten, dritten, vierten, fünften, sechsten, siebenten, und achten Tages, mit welchem letzten die neue Woche und also jede vom Sonnabende angeht. Man kann dieses in der Kürze so übersehen: Weil $\frac{24}{7} = 3\frac{3}{7}$ so kommen alle 7 Planeten in den ersten 3.7 oder 21 Stunden des Tages dreymahl herum, und bleiben noch drey Stunden übrig; die 22 beherrscht also wieder der Planet, die der erste beherrschte, die 23 der nächste bey ihm, oder der zweyte, wenn man ihn für den ersten rechnet, die 24 der dritte, und also die nächstfolgende, oder die erste des nächsten Tages der vierte. So werden ☉; ☾; ♂ u. s. f. die vierten; nachdem man ♄; ☉; ☾; u. s. f. für die ersten annimmt. Die Planeten für jede Stunde jedes Tages findet man in Colers Oeconomia (Frf. 680.) 4. B. 54. C. Die Urheber dieses Aberglaubens, sind wohl keine Juden gewesen, und haben doch Wochen gehabt, die sie aber vom Sonnabende angefangen.

8. **Erkl.** Der **Sonnenmonat** ist der zwölfte Theil eines Sonnenjahres (Astr. 123.) und hält also 30 T. 10 St. 29′ 5,′. Die **Mondenmonate** sind Astr. 213. erklärt worden: Man kann ihnen noch den **Erleuchtungsmonat**, die Zeit zwischen den ersten Erscheinungen des Mondes nach zween nächsten

sten Neumonden, beyfügen: Einige Völker, die bey ihrer Zeitrechnung Mondenmonate gebrauchen, müssen sich desselben bedienen, wenn sie den synodischen Monat nicht ordentlich zu berechnen wissen. Die hier bestimmten Monate nennt man astronomische, so wie man bürgerliche solche Abtheilungen der Zeit nennt, die im gemeinen Leben gebraucht werden, und weil man bey ihnen nur ganze Tage zählen kann, jenen so nahe kommen als sich dabey thun läßt.

9. Zus. Wenn der mittlere synodische Monat 29 T. 12 St. 44′ 3″ 11‴ ist, so müssen einige bürgerliche Mondmonate 29, andere 30 Tage haben; läßt man sie so abwechseln, so würden zweene bürgerliche gleich soviel als zween synodische betragen, wofern der synodische nur 29 T. 12 St. hätte. So aber ist jeder dieser bürgerlichen Monate noch um 44′ 3″ 11‴ zu kurz; das trägt in 33 Monaten einen Tag und 13′ 39″ 33‴ aus; gibt man also dem drey und dreyssigsten, auch 30 Tage, da er sonst nach dem Gesetze der Abwechslung nur 29 bekäme; so sind die 33 bürgerlichen Monate beynahe so lang als 33 synodische, so sind nähmlich nur um 13 M. 39 S. 33 T. zu kurz.

10. Anm. Dieses wird einen Begriff geben, wie man nach der Absicht der Chronologie (1) die bürgerlichen Eintheilungen der Zeit mit den astronomischen vergleichen kann. Diese Einschaltung (intercalatio) eines Tages in 33 Monaten, würde machen, daß sich der 34 bürgerliche und der 34 synodische Monat in Absicht auf den Mond beynahe zugleich wieder anfingen; und also eine neue Periode von 33 Monaten anginge, in welcher die bürgerlichen und die

synodischen Monate beynahe eben so gut wieder übereinstimmten, wie in der ersten. Diese Uebereinstimmung würde vollkommen seyn, wenn der kleine Fehler von 13 M. 39 S. 33 T. nicht wäre; wenn dieser in jeder solchen Periode begangen wird, und sich also bey Wiederhohlung der Perioden anhäuft, so kann er nach vielen Perioden einen ganzen Tag betragen, der alsdenn wieder eingeschaltet wird. Man muß nähmlich bey der bürgerlichen Zeit nothwendig Unterschiede von der astronomischen gestatten; Man sucht nur diese Unterschiede so klein zu machen als möglich ist, und wenn sie einen ganzen Tag betragen, solchen wieder einzubringen. Uebrigens müssen sich die Völker, welche Mondenmonate gebrauchen, wie noch jetzo die Morgenländer thun, des Verfahrens (9) oder anderer ähnlichen bedienen.

11. Erkl. Das bürgerliche Sonnenjahr ist die Zeit, die dem astronomischen, welches hier 365 T. 5 St. 49′ angenommen wird, am nächsten kömmt.

12. Zus. Man kann es also von 365 T. annehmen, welche man in 12 Monate eintheilet. Von diesen könnten sieben 30 und fünf 31 Tage bekommen; weil man aber dem Februarius nur 28 Tage hat geben wollen, so macht man sieben Monate von 31 und vier von 30 Tagen.

31. Zus. Man nehme an, das Sonnenjahr sey gerade 365 T. 6 St. Wenn also die Sonne am gemeinschaftlichen Anfange desselben und des bürgerlichen, oder am Mittage des ersten Tages bey einem gewissen Puncte der Ekliptik, z. E. A (Astr. 31. F.) befindlich ist, so stehet sie am Ende des 365 Tages, d. i. am Mittage des ersten Tages im zweyten bürgerlichen

lichen Jahre, bey B, so daß sie den Bogen BA zu durchlaufen noch 6 Stunden nöthig hätte; Sie kömmt also den ersten Tag des zweyten bürgerlichen Jahres, nachmittage um 6 Uhr dahin, wo sie den ersten Tag des ersten Jahres zu mittage war. Ferner ist sie am Ende des zweyten bürgerlichen Jahres nicht wieder in B, sondern in C um 6 Stunden zurück, daß sie also noch 12 St. braucht in A zu kommen; d. i. den ersten Tag des dritten Jahres um Mitternacht dahin kömmt, wo sie den Mittag des ersten Jahres war. Also beträgt dieser Fehler in zwey solchen bürgerlichen Jahren einen halben, und folglich in vier einen ganzen Tag; d. i. die Sonne ist am Ende des vierten Jahres in E, so daß sie einen ganzen Tag braucht von E nach A zu kommen. Läßt man also gleich, nachdem das viertemahl 365 Tage verflossen sind, das fünfte Jahr anfangen, so ist die Sonne erstlich den zweyten Tag des fünften Jahres zu Mittage da, wo sie den ersten Tag des ersten Jahres zu Mittage war.

14. Zus. Dieser Fehler trägt also in 30. 4 = 120 Jahren; 30 Tage aus; oder die Sonne wäre im Anfange des 121 Jahres noch um 30 Tage von der Stelle entfernt, wo sie im Anfange des ersten Jahres war. Da nun die Witterungen, die Längen der Tage, u. d. g. auf den Stand der Sonne in der Ekliptik ankommen, so würden diese Dinge zu Anfange dieser beyden Jahre so weit von einander unterschieden seyn, so weit sie in zween nächsten Monaten unterschieden sind; Dieser Unterschied trüge in 3. 120 = 360 Jahren, drey Monate, ein Vier-

teljahr

teljahr aus; so daß Neujahr, wenn es jetzo bey dem Anfange des Winters einfällt, in 360 Jahren bey dem Anfange des Herbstes, und in 720 Jahren beym Anfange des Sommers einfallen würde. So würde jeder bestimmte Tag des Jahres, innerhalb 4. 360 = 1440 Jahren durch alle Jahreszeiten rücken. Diese Veränderung, die schon in eines Menschen Leben nicht unmerklich wäre; würde das Unangenehme haben, daß man nicht jedem Monate wenigstens überhaupt, gewisse Witterungen und andere dergleichen Umstände beylegen könnte, und sich also in den Verrichtungen, die darauf ankommen, z. E. Feldarbeiten, Reisen u. s. w. nicht blos nach dem Nahmen des Monates, in welchem sie sonst mit Nutzen vorgenommen worden, richten könnte, sondern sich allezeit darum bekümmern müßte, in was für eine Jahreszeit dieser Monat jetzo fiele. Dadurch verlöhre man einen der vornehmsten Nutzen der Calender, daß man nähmlich aus solchen die Zeiten, die sich zu dergleichen Verrichtungen schicken, ersehen kann, ohne den Himmel selbst um Rath zu fragen, und bey alten Begebenheiten würde man z. E. nicht wissen, ob ein Feldzug, der im Junius unternommen worden, nicht eine Wintercampagne gewesen sey.

15. Zus. Gibt man aber dem vierten Jahre (13) einen Tag mehr, macht man es nähmlich von 366 Tagen, so wird dieser Fehler völlig aufgehoben. Die Sonne steht nähmlich am Anfange des fünften Jahres nun eben da, wo sie am Anfange des ersten stand, weil sich das fünfte einen Tag später

anfängt,

anfängt, als es sich nach der (13) beschriebenen Einrichtung anfangen sollte. So wird die Sonne an einerley Tagen des sechsten und des zweyten, des siebenten und des dritten, des achten und des vierten, einerley Stellen am Himmel einnehmen, und dieses wird eine Periode von vier Jahren geben, nach deren jedesmahligen Ablaufe die Stellen der Sonne allemahl wieder auf einerley Tage fallen, und da in einer solchen Periode der Fehler, welchen man bey der Stelle der Sonne begeht, nie einen ganzen Tag beträgt.

16. Erkl. Dieses Jahr (15) heißt man das julianische vom Julius Cäsar, der es auf Einrathen eines ägyptischen Sternkündigers Sosigenes eingeführet hat, nachdem das bis dahin bey den Römern gebräuchliche Jahr, vielleicht nicht so sehr aus Unwissenheit als aus List der Priester, die es unter ihrer Aufsicht hatten, sehr verwirrt eingerichtet ward, so daß z. E. nach Ciceros letzten Briefe des X Buchs an den Atticus, gegen das Ende des Mays, damahls die Frühlingsnachtgleiche noch nicht vorbey war. Das vierte julianische Jahr wird also allemahl ein Schaltjahr (annus intercalaris s. bissextilis) und man schiebt den Schalttag nach dem 23. Febr. ein, welcher Monat alsdenn 29 Tage bekömmt.

17. Zus. Jedes julianische Jahr ist 11′ grösser als das Sonnenjahr (11); wenn man also nach (15) annimmt, die Sonne sey am Anfange des fünften Jahres wieder in A, so gibt man ihr 44′ zuviel

Zeit

Zeit dahin zu kommen. Sie ist nach der bisher gebrauchten Erklärung schon 44′ vor Mittage in A gewesen, wo man sie den ersten Mittag dieses fünften Jahres hinsetzt, und wird folglich an diesem Mittage sich in a befinden, so daß Aa der Bogen ist, den sie in 44′ oder $\frac{3}{4}$ St. = 1′ durchläuft. Dieser Fehler beträgt also in 4.4 = 16 Jahren ohngefähr 3 St. oder eigentlich nach den angenommenen Zahlen 3 St. – 4′ und folglich in 8.16 = 128 Jahren, 24 St. = 32′; d. i. wenn man 128 julianische Jahre nacheinander hat, und die Sonne den ersten Mittag des ersten in A war, so ist sie den ersten Mittag des 129 schon in b dergestalt, daß sie den Bogen Ab in 23 St. 28′ durchlaufen hat, und also ohngefähr den letzten Mittag des 128 Jahres in A gewesen ist. Man kann also sagen, 128 julianische Jahre seyn ohngefähr um einen Tag länger als soviel Sonnenjahre, und weil $\frac{44'.100}{4} =$ 1100′ = 18 St. 20′, so sind 100 julianische Jahre um 18 St. 20 M. länger als soviel Sonnenjahre.

18. Zus. Hieraus entstehet eine Verrückung der Monate durch die Jahreszeiten wie (14) nur nach entgegengesetzter Ordnung. Wäre z. E. die Sonne ein gewisses julianisches Jahr den 21. März in der Frühlingsnachtgleiche, so würde sie 128 Jahre darauf den 20 März; und 2.128 = 256 Jahre darauf den 19 März, und 3.128 = 384 Jahre darauf den 18 März dahin kommen, u. s. w.

19. Zus.

19. Zus. Auch ereignet sich diese Verrückung viel langsamer als die (14). Es gehören 30. 128 = 3880 Jahre dazu, ehe der Eintritt der Sonne in die Frühlingsnachtgleiche, sich um 30 Tage verrücken, und folglich die Witterung, die jetzo am Ende des Märzes ist, sich am Ende des Hornungs ereignen soll.

20. Erkl. Der Anfang einer Jahrrechnung, (Aera s. Epocha) heißt die Gränze der Zeit, von welcher ein Volk seine Jahre zu zählen anfängt.

21. Zus. Er ist also willkührlich, und wird insgemein bey jedem Volke von einer für dasselbe merkwürdigen Begebenheit hergenommen. So zählen wir von der Geburth des Heylandes; weil aber neuere Untersuchungen gewiesen, daß diese grosse Begebenheit nicht eigentlich in den Anfang unserer Jahrzahl fällt, so pflegt man unsere Zeitrechnung, die christliche, die gemeine; oder auch die dionysische vom Dionysius Exiguus zu nennen.

22. Anm. Dieser Geistliche, der am Anfange des sechsten Jahrhunderts gelebt hat, hat sich mit Einrichtung der Zeitrechnung, besonders in der Absicht, das Osterfest zu berechnen, sehr beschäfftiget; und das meiste, was zunächst folgen wird, sind Vorschriften, die man ihm zu danken hat. Ich muß diese Regeln hier vortragen, ob gleich vieles, darauf sie sich gründen, jetzo nicht mehr statt findet. Man kann die Beschaffenheit und die Gründe der gemachten Verbesserungen nicht verstehen, wenn man sie nicht weiß, und man muß sie auch wissen, die Zeitrechnung zu verstehen, die über tausend Jahr in Europa ist gebrauchet worden.

23. Das vierte Jahr der christlichen Zeitrechnung ist ein Schaltjahr; und daraus läßt sich die Aufgabe auflösen: zu finden, ob ein gegebenes christliches Jahr ein Schaltjahr oder ein gemeines sey. Man dividire nähmlich die Zahl des Jahres mit 4; geht die Division auf, so ist es ein Schaltjahr, und der Quotient zeigt, das wievielte es ist: bleibt was übrig, so zeigt dieser Rest an, das wievielte Jahr das gegebene nach einem Schaltjahre ist, und der Quotient, das wievielte Schaltjahr solches sey, wornach man aber nicht zu sehen pflegt, weil dieses eben nicht zu wissen verlangt wird.

Exempel. $\frac{1759}{4}$ gibt 439 und 3 bleibt übrig. Also ist dieses Jahr das dritte nach dem 439sten Schaltjahre.

Von den Kennzeichen der Jahre.

24. Erkl. Chronologische Kennzeichen werden diejenigen genannt, an denen man ein Jahr von dem andern unterscheidet; wie z. E. die Eigenschaft das 3 Jahr nach dem 439 Schaltjahre zu seyn, das Jahr 1759 in der christlichen Zeitrechnung von allen übrigen unterscheidet.

25. Zus. Sie können also theils astronomisch, theils historisch seyn, nachdem sie sich auf merkwürdige Begebenheiten am Himmel oder unter den Menschen gründen.

25. Erkl. Man bezeichne die ersten sieben Tage des Jahres mit den Buchstaben A, B, C, D, E, F, G, und wenn also die erste Woche des Jahres aus ist, den achten, neunten, zehnten ꝛc. Tag, d. i. den ersten, zweyten, dritten Tag, der zweyten Woche wieder mit A, B, C, u. s. f. Dieses wiederhohle man durch das ganze Jahr. Der Buchstabe, welcher auf diese Art dem Sonntage zugeeignet wird, heißt der Sonntagsbuchstabe (littera dominicalis).

26. Zus. Es ist klar, daß jeder Tag in der Woche seinen eignen Buchstaben bekömmt, welche alle bestimmt sind, wenn der Sonntagsbuchstabe bestimmt ist.

Exempel. Das Jahr 1759 fängt sich mit einem Montage an. Also gehören die Buchstaben folgendergestalt zu den Wochentagen:

☾ ♂ ☿ ♃ ♀ ♄ ☉
A B C D E F G

und der Sonntagsbuchstabe ist G.

27. Zus. Weil $365 = 52.7 + 1$ oder das gemeine Jahr aus 52 Wochen und 1 Tage besteht, so endigt sich das Jahr mit eben dem Wochentage, mit dem es sich anfängt, z. E. 1759 mit einem Montage (26) und das zweyte Jahr, fängt sich mit einem solchen Wochentage an, wie der zweyte Tag des ersten Jahres war; als 1760 mit einem Dienstage; also bekömmt in dem nächsten Jahre, der Wochentag A der in dem ersten B hatte, und folglich der B

der im ersten C hatte, und so bekömmt jeder Wochentag einen Buchstaben, der im A B C eine Stelle weiter vorwärts liegt als derjenige Buchstabe, den er das erste Jahr hatte. Es versteht sich, daß man sich die sieben Buchstaben gleichsam in einen Kreis geschrieben vorstellen muß, so daß G als der nächste vor A angesehen wird; oder daß ein gewisser Wochentag, der das erste Jahr A hatte, das zweyte, nach dem erwähnten Gesetze G bekömmt; dieses wird 1760 dem Montage wiederfahren, weil in selbigem Jahre der Sonntag F bekömmt.

28. Zus. Ein Schaltjahr hat 2 Tage über 52 Wochen. Es endigt sich also mit dem Wochentage, der zunächst nach demjenigen folgt, mit dem es sich anfing; z. E. 1760 endigt sich mit einer Mittwoche; dieses macht, daß sich der Sonntagsbuchstabe in dem nächsten Jahre nach dem Schaltjahre um zwo Stellen verrückt, weil sich dieses nächstfolgende Jahr mit dem Wochentage anfängt, welcher im nächstvorhergehenden Jahre der dritte Tag war. So fängt sich 1761 mit einem Donnerstage an, und daher wird sein Sonntagsbuchstabe D.

29. Zus. Damit also der dazwischen liegende Buchstabe (wie hier E) nicht gänzlich übergangen wird, bezeichnet man den 23. Febr. und den darauf folgenden Schalttag, den 24 Febr. (16) mit einerley Buchstaben. Solchergestalt bekömmt der Wochentag, auf welchen der Schalttag fällt, und folglich jeder Wochentag nach dem Schalttage, und auch der Sonntag, der zunächst nach dem Schalttage folgt,

einen

einen Buchstaben, der um eine Stelle weiter zurücke liegt, als der Buchstabe, der jedem dieser Tage vor dem Schalttage zugehörte. Also hat das Schaltjahr zweene Sonntagsbuchstaben, einen vor, den andern nach dem Schalttage. Der letzte wird 1760 E seyn. Diese Einrichtung ist auch dazu nöthig, daß ein gegebener Tag des Jahres immer einerley Buchstaben behält z. E. der 5 April D der 25 März G u. s. w. welches sich sonst durch die Schaltjahre ändern würde, wenn der Schalttag einen andern Buchstaben hätte als der vorhergehende. Der Gebrauch davon zeigt sich unten 57; 68.

30. Zus. Nach Ablauf einer Periode von 28 Jahren, folgen die Sonntagsbuchstaben wieder in eben der Ordnung nach einander. Folgende Tafel wird dieses zeigen; wo das erste Jahr für ein Schaltjahr angenommen wird.

1 G; F.	8 E	15 C	22 A
2 E	9 D; C	16 B	23 G
3 D	10 B	17 A; G	24 F
4 C	11 A	18 F	25 E; D
5 B; A	12 G	19 E	26 C
6 G	13 F; E	20 D	27 B
7 F	14 D	21 C; B	28 A

So wird nähmlich das 29 Jahr wieder G; F; bekommen, und also diese Reihe wieder von vorne angehen.

31. Aufg. Den julianischen Sonntagsbuchstaben für jedes gegebene Jahr zu finden.

Aufl. Man addire zur Jahrzahl 9; und divi-dire die Summe mit 28, der Quotient zeigt an, wieviel ganze Perioden der Sonntagsbuchstaben verflossen sind, die erste, 9 Jahr vor der christlichen Zeitrechnung angefangen; Um ihn bekümmert man sich nicht, sondern man sieht auf den Rest, welcher anzeigt, das wievielte Jahr das gegenwärtige in der jetztlaufenden Periode ist. Er heißt der Sonnencirkel (cyclus solis) und gibt in dem Täfelchen (30) aufgesucht, den Sonntagsbuchstaben. Bleibt nichts übrig, so ist der Sonnencirkel 28. z. E. 1759 + 9 mit 28 dividirt gibt 63 und läßt 4; also ist dieses Jahr das vierte in der 64 Periode, und folglich sein Sonntagsbuchstabe C. Der Grund dieses Verfahrens beruhet darauf, daß man ein gewisses Jahr, welches die Sonntagsbuchstaben G; F; gehabt, für das erste einer solchen Periode angenommen; wenn man nun von diesem Jahre rückwärts gerechnet, ist das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung das zehnte der Periode, in die es fiel, geworden, und darauf gründet sich die Addirung der 9.

32. Anm. Die Exempel 31. und 26. stimmen nicht überein, weil in dem Calender Aenderungen vorgenommen worden, die sich erst unten werden erklären lassen. Hier ist nöthig die Einrichtung des julianischen oder alten im Zusammenhange vorzutragen, welche man wissen muß, weil die Zeit nach ihr mehr als tausend Jahre lang in der Christenheit durchgängig eingetheilet worden. Was für seltsame Folgen übrigens die Unwissenheit in dergleichen Kenntnissen haben könne, wird folgendes Exempel darthun; Im Jahre 1716 fiel der 12 Jan; als der Zahltag der Leipziger Neujahrsmesse auf einen Sonntag: die Leipziger

ziger Kaufleute suchten deßwegen an, daß der Zahltag auf den Montag möchte verlegt werden, und weil sich dieser Fall 1710 ebenfalls ereignet hatte, so glaubten sie es müßte alle sechs Jahr geschehen; und die Königl. Verordnung ward ihrer Bitte gemäß zu Dresden den 20. Nov. 1715, auf den nächsten Fall und auf die, welche sich alle sechs Jahre ereignen würden, ausgestellt, nach Erkänntniß des Irrthums aber durch einen andern Befehl vom 20 März 1719. dahin erläutert, daß die Verlegung so oft statt finden sollte, als sich der Fall ereignete. v. Cod. Augusteus II. Th. p. 1077. und 2083. Immigs mathemat. Nachricht von dem cyclo Solis.

33. Aufg. **Den Unterschied zwischen dem julianischen Jahre, und zwölf Mondenmonaten, oder einem Mondenjahre zu finden.**

Aufl. Zwölf synodische Mondenmonate betragen 354 Tage 8 St. 48′ 38″ 12‴ (9) und das julianische Jahr übertrifft sie also um 10 T. 21 St. 11′ 21″ 48‴ also um. 11 Tage −y wo y = 2 St. 48′ 38″ 12‴ das ist ohngefähr um 11 Tage.

34. Zus. Die Neumonde und jede andere Mondserscheinungen, fallen in dem folgenden Jahre ohngefähr 11 Tage früher als im vorhergehenden.

So sind in folgenden Jahren Vollmonde auf die dabey benannten Tage gefallen.

1737	1738	1739	1740	1741
16 März	5 März	23 Febr.	12 Febr.	1 Febr.

1742	1743
20 Jan.	9 Jan. und den 30 Dec.

Man nennt diese 11 Tage die jährlichen Mondpacten.

35. Zus. Wenn man also die Neumonde oder Vollmonde ein Jahr lang aus Beobachtungen wüßte, so würde man die Tage, auf welche sie das künftige und die folgenden Jahre fielen, nach (34) angeben können. Aber die Stunden würde diese Bestimmung, die nur obenhin richtig ist, nicht mit enthalten, und daher unsicher werden, so bald man auf den genauen Anfang des Tages (4) sähe; Sie gäbe z. E. einen Vollmond auf den 23 Febr. aber sie zeigte nicht an, ob er vor- oder nach Mitternacht einfiele; d. i. ob er würklich zum 23 oder zum 24 Febr. gehörte. Auch erhellet, daß diese Unrichtigkeit anwachsen müßte, je weiter man nach dieser Art die Vollmonde oder Neumonde auf künftige Jahre hinaus suchen wollte, so daß endlich dieses Verfahren ganz unrichtig würde.

36. Zus. Auf einen gewissen Tag eines Jahres, z. E. den 18 März oder jeden andern; den ich daher überhaupt Z nennen will, falle ein Neumond; so fällt ein Neumond im ersten folgenden Jahre 11 Tage früher und im zweyten 22 Tage früher als der Tag Z; im dritten aber 33 Tage früher; zwischen diesem Neumonde und dem Tage Z fällt aber noch einer, 30 Tage nach jenen (9), also 3 Tage vor Z. Eben so fällt im vierten Jahre ein Neumond 44 Tage vor dem Tage Z, und 30 Tage nach diesem Neumonde wieder einer, also 14 Tage vor Z; Im fünften Jahre fällt ein Neumond 55 Tage vor Z, und der nächste nach ihm 25 Tage vor Z. Im sechsten fällt ein Neumond 66 Tage vor Z, und zwischen ihm und Z fallen zweene Neumonde,

einer

einer 30 der andere 60 Tage nach ihm, der letzte also 6 Tage vor Z; Hieraus wird überhaupt begreiflich, wie man für jedes folgende Jahr den Neumond finden kann, der zunächst vor dem Tage Z fällt. Man multipliciret nähmlich die Zahl des Jahres mit 11; das Product zeiget an, wieviel Tage vor Z in diesem Jahre ein Neumond einfällt. Wenn nun das Product etliche mahl 30 enthält, so fallen zwischen diesem Neumonde und dem Tage Z soviel Neumonde, soviel der Quotient des Products mit 30 dividiret anzeiget. Der letzte unter diesen Neumonden fällt soviel Tage vor Z, soviel der Ueberrest bey dieser Division anzeigt. Z. E. für das 17 Jahr sagt man 17. 11 = 187 welches mit 30 dividirt 6 gibt, und 7 zum Reste läßt. Es fällt nähmlich im 17 Jahre ein Neumond 187 Tage vor Z; und also fallen zwischen ihm und Z noch 6 Neumonde, und der letzte unter diesen, 7 Tage vor Z.

Diese Zahlen, welche anzeigen, wieviel Tage der nächste Neumond vor Z fällt, heißt man auch Epacten, und so sind für das 1; 2; 3; 4; 5; 6; 17; Jahr die Epacten 11; 22; 13; 14; 15; 6; 7. und dieses gibt folgende Tafel

Jahre	Epacten	J.	Epacten	J.	Epacten
1	XI	7	XVII	13	XXIII
2	XXII	8	XXVIII	14	IIII
3	III	9	VIIII	15	XV
4	XIIII	10	XX	16	XXVI
5	XXV	11	I	17	VII
6	VI	12	XII	18	XVIII
				19	XXVIIII

Die Epacte des 19 Jahres zeigt an, daß 29 Tage vor Z ein Neumond fällt. Also ist Z der dreissigste Tag nach diesem Neumonde, und daher fällt auf Z selbst ein Neumond. Also fällt im 20 Jahre ein Neumond 11 Tage vor Z, d. i. die Epacte des 20 Jahres ist wieder 11 wie des ersten Jahres; und so erhellet, daß die Epacten in den nächsten 19 Jahren wieder so folgen werden wie in den ersten. Auch begreift man, daß es einerley ist zu sagen die Epacte sey 30 oder sie sey o: das erste zeigt an, ein Neumond falle 30 Tage vor Z und das letzte, es falle einer auf Z, und aus einem folgt das andere.

37. Zus. Die Rechnung wird geben, daß 19 Julianische Jahre; 6939 Tage 18 St. betragen, und 235 mittlere synodische Monate eben soviel Tage; 16 St. 32′ 28″ 5‴ ausmachen. Wenn also 19 Jahre vorbey sind, so fallen die mittlern Neumonde und alle Mondeserscheinungen wieder auf eben die vorigen Tage der folgenden Jahre; auf einerley Tage nähmlich im 1 und im 20; im 2 und im 21; im 3 und im 22; im 4 und im 23 u. s. f. Jahre. Da aber die 19 Julianischen Jahre um 1 St. 27′ 31″ 55‴ länger sind als die 235 Monate; so fallen die Vollmonde u. s. f. in der folgenden Periode von 19 Jahren, zwar wieder auf eben die Tage, aber nicht auf eben die Stunden der Tage. Dieses kann schon bey genauer Betrachtung des Anfanges des Tages eine Unrichtigkeit wie in (35) machen; Ein Neumond, der in einer solchen Periode ersten Jahre auf den Mittag des 1. Jan. fällt,

fiele

fiele in dem ersten Jahre der nächsten Periode 1 St. 27′ 31″ 55‴ vor dem Mittage des 1 Jan; und würde also nach dem astronomischen Anfange des Tages, noch zum letzten December des 19 Jahres in den ersten Periode gehören. Ferner trägt der Unterschied unter 19 Jahren und 235 Monaten, 31511 5 Tertien aus, da nun ein Tag 5184000 Tertien hält, so wird dieser Unterschied in einer Periode von 19 Jahren $\frac{3}{5}\frac{1}{1}\frac{1}{8}\frac{5}{4}\frac{1}{0}\frac{1}{0}\frac{5}{0}$ eines Tages betragen, und folglich in $\frac{5}{3}\frac{1}{1}\frac{1}{8}\frac{4}{5}\frac{0}{1}\frac{0}{1}\frac{0}{5}$. 19 Jahren einem ganzen Tage gleich werden. Diese Menge von Jahren ist 312; und so lange kann also diese Periode gebraucht werden. Nach verflossenen 312 Jahren gibt sie die Vollmonde nicht einmahl obenhin gerechnet auf eben die Tage des Jahres.

38. Erkl. Diese Periode heißt der **Mondeszirkel** (cyclus lunae), und die Zahl, welche andeutet, das wievielte Jahr ein gegebenes in ihr sey, die **güldene Zahl.**

39. Anm. So lange nähmlich die Wiederhohlung dieser Periode verstattet ist (37) wird man die Neumonde auf jedes gegebene Jahr finden können, wenn man desselben güldene Zahl weiß, und die Neumonde eine solche Periode lang beobachtet, oder auf eine andere zuverlässige Art gefunden hat.

40. Aufg. Die güldene Zahl auf ein gegebenes Jahr der christlichen Zeitrechnung zu finden.

Aufl. Man addire 1 zur Jahrzahl, und dividire die Summe durch 19. Der Quotient zeigt an, wieviel Mondeszirkel verflossen sind, und der

Rest, das wievielte Jahr das gegebene in seinem Mondeszirkel ist. Die Ursache, warum 1 addirt werden muß, ist wie bey (31).

1759 + 1 mit 19 dividirt gibt zum Quotienten 92 und zum Reste 12, welches letztere also die güldene Zahl ist.

41. Erkl. Eine Periode von 15 Jahren heißt der Zirkel der Indictionen, oder der römischen Zinszahlen, und die Zahl, welche anzeigt, das wievielte ein gegebenes Jahr in dieser Periode sey, heißt die Indiction.

42. Aufg. Die Indiction zu finden.

Aufl. Man addire zur Jahrzahl 3; und dividire durch 15; der Rest ist die Indiction.

Ex. 1759 + 3 mit 15 dividirt gibt 117 zum Quotienten, und zum Reste oder zur Indiction 7.

43. Anm. Die Indictionen sind von den Römern eingeführt worden, ihr eigentliches Alter oder ihr Ursprung aber ist unbekannt. Man findet die Jahre in alten Urkunden, z. E. den Befehlen der römischen Kaiser, die uns noch aufbehalten sind, durch sie angezeigt, und dieses hat vermuthlich veranlaßt, daß nach Kais. Maximilian I. Verordnung wegen der Notarien, diese in ihren Instrumenten noch jetzo die Indiction angeben sollen. Der Unterschied der Indictionen nach ihrem verschiedenen Anfange im Jahre, u. s. w. gehört in die historische Chronologie. S. Camilli de Sylueſtris chronolog. P. II. diſſ. 6.

44. Erkl. Die julianische Periode, deren Erfinder Julius Cäsar Scaliger ist, heißt eine Zeit von 28. 19. 15 = 7980 Jahren, welche herauskömmt, wenn

wenn man die drey Zirkel (31. 38. 41) mit einander multiplicirt.

45. Zus. Wenn man dem ersten Jahre einer solchen Periode für die 3 Zirkel auch 1 gibt, oder sie alle 3 mit der Periode anfangen läßt, so haben nie zwey Jahre, eines eben die drey, den erwähnten Zirkeln zugehörigen Zahlen, wie das andere. Und also bestimmen drey solche Zahlen ein einziges Jahr dieser Periode, und folglich unserer Zeitrechnung, die sich noch nicht auf 6000 Jahre erstreckt, wenn wir auch von der Schöpfung der Welt an rechnen wollten.

46. Aufg. Das Jahr der julianischen Periode zu finden, für welches die Zinszahl = f; die güldene Zahl = g; und die Zahl des Sonnenzirkels = h gegeben sind.

Aufl. Die Zahl dieses Jahres werde durch Q. f + R. g + S. h = T ausgedruckt, wo die grossen Buchstaben noch unbekannt, und die kleinen gegeben sind. Weil nun die Zinszahl = f ist, so muß T die Periode der Zinszahlen etliche mahl ganz, und noch darüber die Zahl f enthalten; z. E. wenn die Zinszahl = 7 wäre, so müßte T = 15 + 7 oder 2. 15 + 7 oder 3. 15 + 7 u. s. f. seyn. Folglich muß T eine solche Zahl seyn, die f zum Ueberreste läßt, wenn man sie mit 15 dividirt; d. i. R und S müssen sich mit 15 dividiren lassen, und Q muß ein Vielfaches der 15 um 1 vermehrt seyn, daß sich also T dergestalt ausdrucken läßt: (15a + 1). f + 15b. g + 15. c. h, wo a; b; c; ganze Zahlen bedeuten,

deuten, und 15 b = R; 15 c = S; 15 a + 1 = Q; denn wenn dieser Ausdruck mit 15 dividirt wird, so kömmt zum Quotienten die ganze Zahl a. f + b. g + c. h und bleibt f übrig. Der Quotient zeigt nähmlich an, wieviel ganze Perioden der Zinszahlen T enthält, und der Ueberrest f, das wievielte Jahr in der noch unvollendeten Periode, T ist.

Ferner gibt T mit 19 dividirt g zum Ueberreste (38) und also sind nach der vorigen Art zu schliessen, Q; S; Vielfache von 19, und R ein um 1 vermehrtes Vielfaches von 19.

Endlich ist Q sowohl als R ein Vielfaches von 28 und S ein um 1 vermehrtes Vielfaches von 28 (30) also ist

Q ein Vielfaches von 15 um 1 vermehrt;
ein Vielfaches von 19;
ein Vielfaches von 28;

oder Q muß eine Zahl seyn, die, mit 19 und mit 28 dividirt, aufgeht; aber, mit 15 dividirt, 1 übrig läßt. Wenn also m; n; p; ganze Zahlen bedeuten, so

ist $Q = 19m = 28n = 15p + 1$; Also $\frac{19m}{28} = n$;

Da nun 19 und 28 keinen gemeinschaftlichen Factor haben, so muß m sich mit 28 dividiren lassen, wenn 19 m sich mit 28 dividiren läßt, oder wenn n eine ganze Zahl ist. Man setze also $m = 28q$ (die Buchstaben bedeuten lauter ganze Zahlen;) so wird $19q = n$ und folglich $28.19q = 15p + 1$

oder $532q = 15p + 1$ folglich $\frac{532q - 1}{15} = p$; das

ist

ist $35q + \frac{7}{15}q - \frac{1}{15} = p$ oder $35q + \frac{7q-1}{15}$ $= p$. Da nun $35q$ für sich eine ganze Zahl ist, so muß $\frac{7q-1}{15}$ auch eine ganze Zahl seyn, um mit jener ganzen Zahl, die ganze Zahl p auszumachen. Es sey also $\frac{7q-1}{15}$ = einer ganzen Zahl; oder $7q-1$ $= 15r$ und $7q = 15r + 1$ und $q = \frac{15}{7}r + \frac{1}{7}$ $= 2r + \frac{r}{7} + \frac{1}{7} = 2r + \frac{r+1}{7}$ so muß wieder- um, da $2r$ für sich eine ganze Zahl ist, auch $\frac{r+1}{7}$ eine ganze Zahl seyn, mit jener die ganze Zahl q auszumachen. Es erhellet aber, daß das kleinste mögliche q herauskommen wird, wenn man das kleinste mögliche r nimmt. Dieses aber; die klein- ste Zahl nähmlich, die mit 1 vermehret sich durch 7 dividiren läßt, ist 6; also nehme man $r = 6$ und $\frac{r+1}{7} = 1$ und $q = 2.6 + 1 = 13$; folglich $p =$ $35 = \frac{13.7.1}{15} = 35 + 6 = 41$; $m = 28.13$; $n =$ $19.13.$ und also $19m = Q = 19.28.13 = 6916.$ Dieses gibt die kleinste Zahl an, die sich für Q neh- men läßt, weil sie durch die kleinsten r, q, p, n, m, bestimmt wird. Jede andere Zahl, die diesen Bedingungen, welche von Q gefodert werden, genug

thun

thun sollte, müßte grösser seyn, weil sie durch ein grösser r bestimmt würde. Sonst könnte man auch $Q = 28.19.15 + 1$ setzen, aber das gäbe eine grössere Zahl, nähmlich 7981. Nun muß R ein Vielfaches von 15; und von 28; auch ein um 1 vermehrtes Vielfache von 19 seyn; und aus diesen Bedingungen findet man auf eine ähnliche Art $R = 4200$. Endlich ist S ein Vielfaches von 19 und von 15; und ein um 1 vermehrtes Vielfache von 28; daraus man $S = 4845$ findet. Folglich ist $T = 6916f + 4200g + 4845h$ wo | f; g; h; | was für Zahlen sie wollen, von denenjenigen seyn können, die zu ihren Zirkeln gehören. Wäre nun T kleiner als 7980 so gäbe es selbst die Jahrzahl, in einer julianischen Periode; weil es aber viel grösser ist, so bestehet es aus der julianischen Periode etliche mahl genommen, und noch dazu der Jahrzahl welche in einer noch unvollendeten Periode die drey Kennzeichen f; g; h; zusammen hat. Solchergestalt muß man T mit 7980 dividiren; und der Rest wird die gesuchte Jahrzahl anzeigen.

Ex. Es sey $f = 7$; $g = 12$; $h = 4$; so ist $T = 6916.7 + 4200.12 + 4845.4 = 118192$; dieses mit 7980 dividirt gibt 14 zum Quotienten und läßt den Rest 6472 als das Jahr der julianischen Periode, dem die Kennzeichen des 1759 Jahres der christlichen Zeitrechnung zukommen (31; 40; 43).

47. Anm. Auflösungen dieser Aufgabe findet man in Jac. Bernoullis Werken T. I. n. 7. p. 190. Wallisii Algebr. c. 104. Op. T. II. p. 450. Gegenwärtige Analysis davon hat mir so beschaffen geschienen, daß es der Mühe

werth

werth wäre sie hier mitzutheilen, da man sonst immer die Aufgabe entweder ohne Beweis vorträgt, oder doch nicht zeigt, wie eigentlich die Zahlen Q; R; S; gefunden, und warum statt ihrer keine andern genommen werden.

48. Lehrs. Das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung stimmt mit dem 4714 der julianischen Periode überein.

Der Beweis läßt sich aus dem Exempel (46) herleiten. Das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung kömmt heraus, wenn man 1758 von 1759 abzieht. Weil nun das Jahr 1759 mit 6472 der julianischen Periode übereinstimmt, so stimmt das Jahr der julianischen Periode 6742 − 1758 = 4714 mit dem ersten Jahre der christlichen Zeitrechnung überein. Man kann auch dieses unmittelbar finden. Denn nach (42; 40; 31) ist für das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung f = 4; g = 2; h = 10, woraus das Jahr der julianischen Periode nach (46) gefunden wird.

49. Zus. Wenn man weiß, in welchen Jahren der julianischen Periode, sich die verschiedenen Jahrrechnungen (20) anfangen, so läßt sich dadurch ein Jahr, das nach einer fremden Jahrrechnung angegeben ist, in die uns bekanntere bringen; wenigstens wenn beyde Jahrrechnungen das julianische Jahr brauchen.

Ex. Das Jahr der Erbauung der Stadt Rom fällt nach den Bestimmungen, die Varro angegeben, in das 3961 Jahr der julianischen Periode, weil nun 4714 − 3961 = 753 so fällt das erste Jahr der

christlichen Zeitrechnung in das 753 der Stadt Rom; und also verwandelt man die Jahrzahl der Stadt Rom in die christliche, oder diese in jene, dadurch, daß man von jener 753 abzieht, oder zu dieser soviel addirt. Kömmt bey dem Abzuge was Negatives heraus, d. i. ist die gegebene Jahrzahl der Stadt noch nicht 753; so fällt das Jahr so weit vor dem Anfange der christlichen Zeitrechnung als das Negative anzeigt.

Wenn Constantin der Grosse im 1059 Jahre nach Erbauung der Stadt zur Regierung gekommen ist, so ist dieses das $1059 - 753 = 306$ Jahr der gemeinen Zeitrechnung; Wenn aber Julius Cäsars Tod in das 710 Jahr der Stadt fällt, so ist solches das 44 vor dem Anfange der christlichen Zeitrechnung, weil $710 - 753 = 43$ d. i. weil vom Ende des 710 Jahres der Stadt bis auf den Anfang unserer Zeitrechnung, 43 ganze Jahre sind folglich rückwärts zu zählen das 710 Jahr, das 44ste ist.

50. Zus. Man muß aber hiebey auf den Anfang der Jahre acht geben, den ich, die Sache einfacher vorzustellen, bey beyden Jahrrechnungen (49) einerley angenommen habe. So pflegt man in dem gebrauchten Exempel das römische Jahr vom 21 April, wie das unsrige jetzo vom ersten Jänner zu rechnen; aber selbst bey dem Gebrauche des julianischen Jahres haben noch vor wenig Jahrhunderten verschiedene christliche Völker ihr Jahr nicht vom 1. Jan. angefangen.

Von

Von der Festrechnung.

51. Erkl. Unbewegliche Feste heissen, die alle Jahre auf einerley Tage des Jahres fallen; Bewegliche, die in einem Jahre auf andere Tage fallen, als in dem andern. Die beweglichen richten sich alle nach Ostern; folgendes Verzeichniß erzählet sie, wo die, welche keine Sonntage sind, mit * bezeichnet werden.

Vor Ostern gehen folgende Sonntage vorher, die Wochen von Ostern rückwärts nach dem Anfange des Jahres zu gezählet.

Ostern
* Charfreytag
* Grüner Donnerst.
1 W. Palmsonnt.
2 Judica
3 Lätare
4 Oculi
5 Reminiscere
* Aschermittwoche
6 Invocavit, Quadrag.
7 Quinquagesima
8 Sexagesi.
9 Septuagesi.

Die Zahl der Sonntage nach dem unbeweglichen Feste der Erscheinung Christi (d. 6. Jan;) wird dadurch bestimmt, ob das Osterfest zeitig oder spät im Jahre fällt.

Nach Ostern fallen, die Wochen von Ostern nach dem Ende des Jahres zu gezählet.

1 W. Quasimodogeniti
2 Miseric. Dom.
3 Jubilate
4 Cantate
5 Rogate
* Donn. nach Rogate oder Himmelfahrt Christi.
6 Exaudi
7 Trinitatis mit den nachfolgenden Sonntagen.

Die unbeweglichen Feste wird man sich also aus jedem Calender bekannt machen können.

52. Willkührl. Satz. Das Osterfest soll den Sonntag gefeyert werden, der nach dem Vollmonde einfällt, welcher sich zunächst nach der Frühlingsnachtgleiche ereignet. Fällt aber dieser Vollmond selbst auf einen Sonntag, so ist Ostern den Sonntag darauf. Welches letztere deßwegen geschieht, daß wir nicht mit den Juden zugleich Ostern feyern sollen.

53. Anm. Man schreibt diese Anordnung dem ersten Nicäischen Concilio zu, welches unter Constantin dem Grossen, besonders gegen die Arianer, gehalten worden. Sie findet sich aber nicht unter den uns aufbehaltenen Schlüssen dieser Kirchenversammlung; Man trifft nichts weiter hieher gehöriges an, als einen Synodalbrief der versammleten Geistlichen, welcher enthält, daß das Osterfest nicht mit den Juden, aber von der ganzen Christenheit an einem Tage gefeyert werden soll. S. Iani zu Wittenberg 1718. gehaltene Disputation historia cycli dionysian. §. 6. not. e.

54. Zus. Wenn man weiß, auf welchen Tag die Frühlingsnachtgleiche fällt, so muß man den Vollmond suchen, der zunächst nach ihr eintritt, und muß wissen, an welchem Wochentage solches geschieht; daraus findet man, was für ein Tag im Jahre der nächste Sonntag als der Ostertag ist.

55. Anm. Da die astronomische Berechnung der Vollmonde nicht jedes Werk ist, und gleichwohl vor diesem fast jedem Geistlichen nöthig war das Osterfest auszurechnen, ehe gedruckte Calender solche Nachrichten allgemein machen konnten, so sann man auf Regeln wodurch sich dieses blos mit einer geringen Kenntniß der Rechenkunst bewerkstelligen liesse. Ihr Inbegriff hieß die cyclische

Fest-

Festrechnung (computus ecclesiasticus) und sie veranlaßten die Geistlichen, welche solche nicht ganz ohne Verstand brauchen wollten, sich einige astronomische Einsicht zu erwerben, daher Ioannis de sacro bosco sphaera ein sehr brauchbares Buch für sie war. Da man jetzo die Feste und die Zeiten der Feldarbeiten aus gedruckten Büchern ersehen kann, so ist die Sternkunde unsern Seelsorgern ganz entbehrlich, wenn sie sich nicht darum bekümmern, wie die Himmel die Ehre Gottes erzählen; Freylich kann es ohne einen Calender ihnen alsdenn gehen, wie jenem Pfarrer, der erst am Sonnabende vor dem Palmsonntage erfuhr, wie weit die Fasten vorbey wäre. S. Les cent nouvelles nouvelles, nouv. 89.

56. Erkl. Die Ostergränze (terminus paschalis) heißt (54) der Tag, auf welchen der erste Vollmond nach der Frühlingsnachtgleiche einfällt.

57. Zus. Da zu des Dionysius Zeit (22) die Frühlingsnachtgleiche um den 21 März einfiel; so suchte er, auf was für einen Tag jeden Jahres in einem ganzen Mondszirkel (38) die Ostergränze fiele, und machte daraus folgendes Täfelchen, wo der Buchstabe bey jeder Ostergränze der ist, der ihr nach (25) zukömmt.

Güldne Zahl	Ostergränze		G. Z.	Ostergr.	
I	5 Apr.	D	XI	15 Apr.	G
II	25 März	G	XII	4 Apr.	C
III	13 Apr.	E	XIII	24 März	F
IIII	2 Apr.	A	XIIII	12 Apr.	D
V	22 März	D	XV	1 Apr.	G
VI	10 Apr.	B	XVI	21 März	C
VII	30 März	E	XVII	9 Apr.	A
VIII	10 Apr.	C	XVIII	29 März	D
VIIII	7 Apr.	F	XVIIII	17 Apr.	B
X	27 März	B			

58. Aufg. **Das julianische Osterfest nach des Dionysius Vorschrift auszurechnen.**

Aufl. Man suche den Sonntagsbuchstaben (31) und die güldene Zahl (40), die letztere, in der Tafel der Ostergränzen (57) aufgesucht, zeigt auf was für einen Tag im Jahre und in der Woche der Ostervollmond fällt, und was für ein Tag im Jahre also der nächste Sonntag als der Ostertag ist.

Exempel. Für 1759 ist vermöge (40) mit (57) verglichen die Ostergränze der 4 April, das ihm zugehörige C ist selbst der Sonntagsbuchstabe (31) und die Ostergränze also ein Sonntag, daher Ostern auf den folgenden Sonntag als den 11 April fällt.

59. Zus. Wenn aber die Nachtgleiche nach einigen Jahrhunderten, z. E. auf den 16 oder 17 März gerückt ist (18) und zwischen ihr und dem 21 März ein Vollmond einfiele; so wäre dieses eigentlich der Ostervollmond (52) und der nächste Sonntag darauf der Ostertag. Aber dieser Vollmond wird in gegenwärtiger Rechnung nicht betrachtet, sondern der nächste nach dem 21 März (57). Man setzt also die Ostergränze um einen ganzen Monat später als sie wirklich einfällt, und so wird Ostern vier Wochen später, als es seyn sollte, gefeyert.

60. Zus. Auch gehören zu eben den güldenen Zahlen nach Ablauf einiger Jahrhunderte andere Ostergränzen (37) daß also die gelehrte Berechnung jetzo Ostern nicht anders als nur von ohngefähr richtig angibt.

61. Anm. Diesem doppelten Irrthume abzuhelfen, hat Pabst Gregor. XIII; 1582 eine Veränderung des Calenders bey den Römischcatholischen unternommen. Die Nachtgleiche war damahls auf den 11 März gerückt. Er ließ also aus dem October erwähnten Jahrs 10 Tage wegwerfen, damit es wieder auf den 21 März käme; und führte nebst einer neuen Einrichtung des Jahres auch eine neue Berechnung des Osterfestes ein, welches zusammen der gregorianische oder neue Calender genannt wird. Folgendes wird einen Begriff davon geben.

62. Aufg. Die Gregorianische Verbesserung des julianischen Jahres zu erklären.

Aufl. Weil 18 St. + 20′ = ¾ Tage + 20′; so sind 400 julianische Jahre um 3 Tage 1 St. 20′ länger als so viel Sonnenjahre (17). Man ändere also in den julianischen Jahren weiter nichts, als daß man in vierhundert solchen Jahren drey Tage, die sie haben sollten, wegläßt, so bekömmt man vierhundert Jahre, die nur um 1 St. 20′ länger sind als soviel Sonnenjahre. Dieses Weglassen geschieht nach der gregorianischen Einrichtung folgendergestalt: Man lasse drey Jahrhunderte nach einander jedes hunderte Jahr ein gemeines Jahr seyn, da es sonst ein Schaltjahr seyn sollte (16). Das hundertе Jahr des vierten Jahrhunderts aber bleibe ein Schaltjahr. Das 1600 Jahr ist ein Schaltjahr geblieben, aber 1700; 1800; 1900; sind zu gemeinen Jahren gemacht worden, daß also 2000 wieder ein Schaltjahr wird. Man s. hievon Gregor. des XIII; 1582 dieserwegen herausgegebene Bulle, beym Clavius in Calendario und beym Franc. Vieta in relatione calendarii vere Gregoriani.

63. Zus. So sind 400 Jahre nach der päbstlichen Einrichtung um $1\frac{1}{3}$ St. $= \frac{4}{3}$ St. grösser als so viel Sonnenjahre, dieses trägt also in 3. 400 = 1200 Jahren; 4 Stunden, und in 6. 1200 = 72. 100 Jahren; einen Tag aus. Einen Vorschlag dieses zu verbessern, thut des B. Leop. Pilati epistola de conciliandis annis; die zu Jena 1734 mit Hambergers Anmerkungen gedruckt worden.

64. Zus. Die Tafel der Sonntagsbuchstaben (30) kann nicht beständig dauern; und keine, die ein Jahrhundert lang brauchbar ist, gilt für das nächste, ausser wenn dieses nächste Jahrhundert ein viertes ist. Von 1700 bis 1800 gilt folgende gregorianische Tafel der Sonntagsbuchstaben.

1 D; C	8 B	15 G	22 E
2 B	9 A; G	16 F	23 D
3 A	10 F	17 E; D	24 C
4 G	11 E	18 C	25 B; A
5 F; E	12 D	19 B	26 G
6 D	13 C; B	20 A	27 F
7 C	14 A	21 G; F	28 E

Die Aenderung der Sonntagsbuchstaben beruhet auf folgenden Gründen: das Jahr 1582 hatte zum Sonnenzirkel 23; und zum julianischen Sonntagsbuchstaben G; Vermöge der päbstlichen Bulle blieben aus dem October 1582 zehn Tage weg, so daß man gleich nach dem 4; den 15 zählte, also veränderte sich der Sonntagsbuchstabe G noch selbiges Jahr in C, denn der 7 Oct. dem G zukömmt, war ein Sonntag, also der vierte, der D hat, Donnerstag,

und

und der 15 der A hat, Freytag, folglich der 17$\frac{1}{2}$ der C hat, Sonntag. Wenn man also in die julianische Tafel (64) bey 23 C statt G setzt, und so die andern Buchstaben gehörig ändert, so hat man den Sonnenzirkel von 1582 bis 1700 weil 1600 ein Schaltjahr war. Da nun die hundersten Jahre gemeine werden, so hat ein solches Jahr nur einen Sonntagsbuchstaben, da es sonst zweene haben sollte, und der zweyte, den es bekommen sollte, gehört für das nächste Jahr, und so werden die Buchstaben geändert.

65. Aufg. Wenn bekannt ist, wieviel Tage der nächste Neumond vor einem gegebenen Tage eines gewissen Jahres in dem julianischen Calender fällt, zu finden, wieviel Tage er vor eben dem Tage, eben dieses Jahres nach dem gregorianischen Calender fällt.

Aufl. Die Zahl des Tages im Jahre, an welchem sich eine gewisse himmlische Begebenheit ereignet, ist nach 1582 bis 1700 um 10 weniger als sie seyn würde, wenn man den julianischen Calender beybehalten, und die 10 Tage (61) nicht weggeworfen hätte. Wenn also z. E. ein Vollmond nach dem julianischen Calender den 11 Jan. einfiele, so würde dieser Tag des Vollmonds, nach der gregorianischen Verbesserung der 1 Jan. seyn. Weil ferner 1700 der Schalttag des julianischen Calenders ist weggelassen worden; so ist von 1700 bis 1800 die Zahl des Tages, an welchem sich eine gewisse Begebenheit ereignet, im gregorianischen Jahre

um 11 geringer als im julianischen, und so von 1800 bis 1900 um 12; von 1900 bis 2100 um 13 (62) u. s. w. Man kann dieses den Unterschied zwischen dem Anfange des julianischen und des gregorianischen Jahres nennen: das 1582 gregorianische Jahr nähmlich endigte sich wegen der weggelassenen zehn Tage, um 10 Tage eher als das julianische, und so fing sich das 1583 gregor. zehn Tage vor dem 1583 julianischen an; dieser Unterschied dauerte bis 1700; da das 1701 gregorianische sich um 11 Tage früher als das julianische anfing, und so wird sich das 1801 gregor. um 12 Tage früher anfangen als das julianische. Man darf also nur die Zahl des Neumondstages im julianischen Jahre um den Unterschied des Anfangs beyder Jahre vermindern, so gibt sich die Zahl dieses Tages im gregorianischen.

66. Zus. Wenn ein Neumond eine gewisse Zahl von Tagen, z. E. n Tage vor einem gewissen Tage, den ich Z nennen will (36), des julianischen Jahres fällt, so wird er von 1700 bis 1800; n−11 Tage vor dem Tage Z des gregorianischen Jahres fallen. Wäre aber $n < 11$ so liesse sich die Sache so erklären; Es fällt auch ein Neumond 30+n Tage vor dem Tage Z des julianischen Jahres, und also wird der nächste Neumond vor dem Z des gregorianischen 30+n−11 Tage fallen, welche Zahl nähmlich nun kleiner als 30 seyn wird.

67. Zus. Man verwandelt die julianischen Epacten (36) in die gregorianischen von 1700 bis 1800

wenn

wenn man von ihnen, wo nöthig um 30 vermehrt, 11 abzieht. Für andere Jahrhunderte ist die Veränderung leicht aus 65 abzunehmen. So läßt sich die julianische Epactentafel (36) in die gregorianische für ein gegebenes Jahrhundert verwandeln. Auch kann man die gregorianische Epacte für ein gegebenes Jahr leicht finden, wenn man aus seiner güldenen Zahl (40) seine julianische Epacte, und aus dieser die gregorianische sucht.

So ist für 1759 die julianische Epacte 12, und die gregorianische 1.

68. Man hat vermittelst der Epacten die gregorianischen Ostergränzen (56) bestimmt; dieses im Zusammenhange und gründlich zu erklären, fällt mir hier zu weitläuftig, ich begnüge mich also hier soviel davon beyzubringen als das Osterfest auszurechnen nöthig ist.

Tafel der Ostergränzen, von 1700 bis 1900.

g.Z.	Epact.	Ostergränze	g.Z.	Ep.	Ostergränze
1	*	3 Apr. E	10	VIIII	4 Apr. C
2	XI	2 Apr. A	11	XX	24 Mart. F
3	XXII	22 Mart. D	12	I	12 Apr. D
4	III	10 Apr. B	13	XII	1 Apr. G
5	XIIII	30 Mart. E	14	XXIII	21 Mart. C
6	XXV	18 Apr. C	15	IIII	9 Apr. A
7	VI	7 Apr. F	16	XV	29 Mart. D
8	XVII	27 Mart. B	17	XXVI	17 Apr. B
9	XXVII	15 Apr. G	18	VII	6 Apr. E
			19	XVIII	27 Mart. A

Die Epacten sind nach 67 berechnet.

69. Aufg. Das gregorianische Osterfest für ein gegebenes Jahr zu berechnen.

Aufl. Neben der güldenen Zahl, die vermöge (40) gefunden wird, steht in der Tafel (68) die gregorianische Epacte, und bey dieser die Ostergränze; wo der beygefügte Buchstabe mit dem gregorianischen Sonntagsbuchstaben (64), den man aus dem Sonnenzirkel (31) findet, verglichen, anzeigt, was für ein Wochentag die Ostergränze, und was also für ein Tag im Jahre der nächstfolgende Sonntag sey, wenn sie selbst keiner ist.

Exempel. Für 1759 ist aus (40) und (68) die gregorianische Epacte 1; also die Ostergränze der 12 April. Weil sie D, und der Sonntag in diesem Jahre G hat (4; 64), so ist sie ein Donnerstag; und also der nächstfolgende Sonntag der 15 April; welches der Ostertag seyn muß.

70. Zus. Weil die Epacten die Neumonde nicht auf einzelne Stunden angeben (34), so findet eben diese Ungewißheit bey der daraus hergeleiteten Ostergränze statt. Sie zeigt nicht an, daß der Ostervollmond in dem gebrauchten Exempel zwischen 1 und 2 Uhr nachmittage einfällt. Fiele er vormittage ein, so würden die Astronomen ihn zum 13 April rechnen (4), und den also für die Ostergränze annehmen.

71. Zus. Gesetzt, die gregorianische Ostergränze ist ein Sonnabend; der Ostervollmond fällt aber nach astronomischer Rechnung in der Nacht zwischen dem Sonnabende und dem Sonntage, zu

einer

einer Zeit, da an einem gewissen Orte schon Mitternacht vorbey ist: So ist an diesem Orte der Sonntag schon angegangen, und also müßte er Ostern den nächsten Sonntag darauf halten, wenn er sich nach der astronomischen Rechnung richten wollte.

72. Zus. Da die gregorianische Rechnung nur in Stunden unsicher ist, so kann sich dieser Unterschied zwischen ihr und der astronomischen, nur alsdenn ereignen, wenn die gregorianische Ostergränze ein Sonnabend ist.

73. **Folgerung aus allem vorhergehenden.** Die gregorianische Verbesserung des Calenders, hat blos die Festrechnung zur Absicht gehabt. Die Fehler des julianischen, die sie auser dem hebt (19; 62), sind so unbeträchtlich, daß es sich ihrentwegen nicht der Mühe verlohnt hätte, einen neuen Calender einzuführen, die Zahl der Tage zu verrücken, und das allgemeine Gesetz der Schaltjahre zu stören. Also haben die Protestanten nicht aus einem ungegründeten Eifer, wie in dem wolfischen Auszuge gesagt wird, sich geweigert den gregorianischen Calender anzunehmen, sondern vielmehr eine löbliche Vorsichtigkeit dadurch gewiesen. Blos die Verwirrung, die zweyerley Calender nothwendig verursachen mußten, wo verschiedene Glaubensgenossen untereinander wohnen und mit einander handeln, war ein zulänglicher Bewegungsgrund für die evangelischen Reichsstände die Sache zu einer Einförmigkeit zu bringen.

74. Erkl.

74. Erkl. Der verbesserte Calender heißt derjenige, welcher seit 1700 in Deutschland durch einen Schluß der protestantischen Reichsstände eingeführt worden. Die Einrichtung der Jahre ist der gregorianischen (62) ähnlich, und man warf aus dem bis dahin gebrauchten alten Calender 11 Tage (65) weg. Das Osterfest aber wird folgendermassen bestimmt: Man berechnet nach Keplers rudolphinischen Tafeln, den Ostervollmond für den Mittagskreis von Uranienburg, wo Tycho de Brahe beobachtet hat, und nimmt den Tag, auf welchen dieser Vollmond fällt, von Mitternacht an gerechnet (4) für die Ostergränze, den nächsten Sonntag aber für den Ostertag.

75. Zus. Wenn der Ort, von den ich (71) geredet habe, Uranienburg ist, so feyern die Protestanten Ostern acht Tage später als die Römisch-Katholischen.

76. Anm. Dieser Unterschied hat sich 1724; 1744; ereignet, und selbst wegen der Ferien in dem Cammergerichte Bewegungen verursacht. Wie hiedurch eine Menge Schriften von beyden Theilen veranlaßt worden sind, so erhellt, daß der ganze Streit auf der Auslegung einer Verordnung beruhet, von der noch niemand deutlich dargethan hat, daß sie von der vereinigten Nicäischen Kirchenversammlung herrühre (52). Die, welche diese Verordnung einführten, haben vermuthlich aus Mangel astronomischer Kenntniß nicht geglaubet, daß ihre Beobachtung so mühsam seyn würde; die Erbauung aber verlöhre ohne Zweifel nichts, wenn man nach Joh. Bernoullis Wunsche Op. T. IIII. n. 188. p. 497. das Osterfest, z. E. auf den nächsten Sonntag nach der Frühlingsnachtgleiche gelegt hätte. Schon bey der ersten Einführung des gregorianischen

schen Kalenders ist die Erinnerung dagegen gemacht worden, daß man nach seinen Vorschriften das Osterfest zuweilen der angeführten Verordnung zuwieder feyern würde. Man s. hierüber von römischkathol. Seite: Clauii Calendar. gregor. und dessen Apologia contra Moestlinum. Paolo Castelli; il giorno pasquale rettamente assegnato nel calendario gregoriano Venet. 1700. Parnassus Boicus (München 1722.) 24 und 28 Bericht. Philipp. L. B. de Seinsheim de correctione calendarii; Ingolst. 1719. Von s. der Protestanten, Krügers Bericht von rechter Feyerzeit des Osterfestes, Danz. 1663. Gaupps Richtigkeit des verbesserten Calenders. Frankensteins Nachricht wegen des Osterfestes 1724; Roste und anderer Schriften hievon.

77. Anm. Das bisher vorgetragene ist unumgänglich nöthig, wenn man den Gebrauch der Calender verstehen, und von der Eintheilung der Zeit, nach welcher alle menschliche Verrichtungen geordnet werden, die gehörigen Begriffe haben will. Ausführlichere Nachrichten muß man in besondern Anleitungen zur Chronologie suchen, und die Chronologie in den Wolfischen Elem. Mathes. ist schon sehr gut hiezu zu gebrauchen. Man findet auch daselbst immerwährende julianische und gregorianische Calender, die ich hier beyzufügen für unnöthig halte. Die sogenannten Runenstäbe, dergleichen einen ich in den Schriften der Ges. der fr. Künste III. Th. beschrieben habe, sind solche immerwährende julianische Calender, vermittelst deren sich die julianischen Ostern finden lassen. Ich will nur noch was weniges sagen, einen Begriff von der Eintheilung der Zeit nach Mondenjahren zu geben.

78. **Anm.** Die Juden bedienen sich jetzo eines Zirkels von 29 Mondenjahren; Sie fangen ihn von dem Neumonde an, der ein Jahr vor der Schöpfung, d. i. wie sie die Schöpfung setzen, auf den 7 Oct. des 953 Jahres der julianischen Periode eingetreten wäre. In diesem Zirkel sind das 3; 6; 8; 11; 14; 17; 19; Schaltjahre von 13; die übrigen gemeine von 12 Monaten; bey den Monaten wech-

seln

seln 30 und 29 Tage ab, der Schaltmonat hat 30 Tage, also das gemeine Jahr 354 das Schaltjahr 384 Tage; Unter beyden kommen zuweilen Jahre vor, die einen Tag mehr oder weniger haben. Diese Periode von 19 Jahren beträgt 1 St. $\frac{485}{1080}$ einer Stunde (helakim) weniger als der julianische Mondszirkel (37).

79. Anm. Die Araber und Türken gebrauchen ein Mondenjahr von 354 Tagen, oder 12 Monaten, in denen 30 und 29 Tage abwechseln, nebst einem Zirkel von 30 Jahren, in welchem das 2; 5; 7; 10; 13; 15; 18; 21; 24; 26; 29; Schaltjahre von 355 Tagen sind; Ihre Jahrrechnung (die Jahrrechnung der Hegira oder von der Flucht Mohammeds) fängt sich vom 16 Julius des 622 Jahres der christlichen Zeitrechnung an.

80. Anm. Da sich der Anfang dieser Mondenjahre (78; 79) in den Jahreszeiten verrückt, so ist die Rechnung (49) nicht zulänglich die Jahrzahlen dieser Völker in die unsrigen zu verwandeln, sondern man muß sich um die Beschaffenheit ihrer Jahre genauer bekümmern. Bey der Geschichtkunde ist die Kenntniß von diesen und andern Jahrrechnungen unumgänglich nöthig, man braucht sie selbst in der Astronomie, weil die Geschichte des Himmels mit von Schriftstellern ist aufgezeichnet worden, welche sich des julianischen Jahres nicht bedienten.

Die

Die Gnomonik.

1. Erkl. Die Gnomonik lehret Uhren verfertigen, durch die man vermittelst des Sonnenscheines, oder vermittelst des Mondes oder der Sterne, die Stunde wissen kann.

2. Erkl. Stundenkreise (Astr. 84) sind hier größte Kreise durch die Weltaxe; da jeder mit dem nächsten einen Winkel von 15 Gr. macht.

3. Zus. Ihrer sind also 12; den Mittagskreis mit gerechnet.

4. Zus. Die Sonne ist jeden Tag 1; 2; 3, u. s. w. wahre Sonnenstunden vormittage in dem Stundenkreise, der ostwärts mit der Mittagsfläche einen Winkel von 15; 2. 15; 3. 15 u. s. w. Graden macht; und 1; 2; 3, . . . St. nachm. in dem, der dergleichen Winkel westwärts macht (Astr. 99. XI; XII;).

5. Zus. Die Weltaxe und folglich die Stundenkreise stehen auf dem Aequator senkrecht (Astr. 29. und Geom. 47. S.), also stehen die Durchschnitte zweener Stundenkreise mit dem Aequator, beyde auf die Weltaxe, der Stundenkreise gemeinschaftlichen Durchschnitt, senkrecht (G. 2. Th. 1. Erkl.), und dieser Durchschnitte Winkel ist der Neigungswinkel der Stundenkreise gegen einander (G. 2 Th. 2. Erkl.).

6. Zus. C 1. F. sey des Aequators ABDE Mittelpunct; AD der Durchschnitt des Aequators und der Mittagsfläche; die Mittagslinie des Aequators. Man nehme von demselben nach Morgen,

wo

wo E steht zu D 1 = 15 Gr; D 2 = 30 G; D 3 = 45 Gr; u. s. f. auch nach Abend oder B zu; D XI = 15 Gr; D X = 30 Gr; u. s. w. daß die Linien aus C nach den Zifern den Kreis in gleiche Theile von 15 zu 15 Gr. theilen, so werden diese Linien die Durchschnitte des Aequators und der Stundenkreise seyn, und weil sich jedes Neigung gegen die Mittagsfläche, in einer Ebene befindet, die durch sie auf die Mittagsfläche senkrecht steht (Geom. 2. Th. 1. Erkl. und 47. S.), so muß sich diese Neigung im Aequator befinden, denn nur der steht durch den Durchschnitt auf der Mittagsfläche senkrecht. Folglich ist jedes Durchschnittes Neigung gegen die Mittagsfläche der Winkel, den er mit des Aequators Mittaglinie macht.

7. Zus. Wenn man einen, wie die Figur zeiget, abgetheilten Kreis mit dem Aequator parallel stellt, und durch C einen Stift senkrecht auf ihn setzt, so wird wegen der Entfernung der Sonne von uns, dieser Kreis in der Ebene des Aequators selbst liegen, sein Mittelpunct den Mittelpunct der Himmelskugel, und der Stift die Weltaxe vorstellen. Wenn sich also die Sonne vormittage in einem gewissen Stundenkreise, z. E. dem nächsten bey der Mittagsfläche befindet, der den Aequator in C II schneidet, so wird der Schatten des Stiftes in eben den Stundenkreis, und also des Schattens Durchschnitt mit dem Aequator auf eben den Durchschnitt des Stundenkreises mit dem Aequator, aber der Sonne entgegengesetzt also nach CXI fallen; So erhellt, daß die Schatten vormittags auf die Linien

nien nach der Abendseite, nachmittags auf die Linien nach der Morgenseite fallen, und die Ziffern bey den Linien die Stunden andeuten, zu welchen die Schatten auf sie fallen.

8. Zus. Den Kreis mit dem Aequator parallel zu stellen, setze man ihn so, daß die Linie Mm die ihn in D berührt, auf die Mittagslinie senkrecht stehet. Ueber dieser Linie Mm neige man ihn dergestalt, daß er nach Süden zu mit dem Horizont einen Winkel macht, welcher der Höhe des Aequators gleich ist. Man kann dieses durch ein rechtwinklichtes Dreyeck erhalten, von welchem ein Winkel der Polhöhe, der andere folglich der Höhe des Aequators, die Seite aber, welche der Polhöhe gegenüber steht, dem Halbmesser des Kreises CD gleich ist. Dieses Dreyeck setze man mit der Hypothenuse auf die Mittagslinie senkrecht auf den Horizont, so daß in der Hälfte der Erdkugel, die wir bewohnen, der Winkel, welcher der Polhöhe gleich ist, südwärts des andern zu liegen kömmt, wenn man alsdenn den Kreis so leget, daß sein Mittelpunct an den rechten Winkel des Dreyecks und sein Halbmesser CD längst der Seite des Dreyecks liegt, die der Polhöhe gegenüber steht, die Linie MN aber senkrecht durch die Mittagslinie geht, so wird er die gehörige Lage haben.

9. Zus. Nachdem die Sonne nordwärts oder südwärts des Aequators ist, wird die nordliche oder südliche Seite dieses Kreises beschienen werden, und also die Stunden zu zeigen brauchbar seyn.

10. Erkl. Diese Vorrichtung (7; 8; 9) zusammen heißt die Aequinoctialuhr, welche in die obere und untere (9) eingetheilt wird.

11. Zus. Jeden solchen Kreis (7) an jedem Orte zu brauchen, darf man ihn nur allezeit nach der Höhe des Aequators an jedem Orte neigen. Also wird eine allgemeine Aequinoctialuhr sich so verfertigen lassen, daß man diesen Kreis auf eine bewegliche Fläche, die man in allen verschiedenen Neigungen gegen den Horizont bringen kann, beschreibet; und etwa, die Mittagslinie wenigstens ohngefähr zu finden, eine Magnetnadel beyfüget.

12. Zus. Wenn man die Winkel zwischen den Durchschnitten der Stundenkreise in 2; 4; u. s. w. Theile eintheilte, könnte man halbe, viertheilstunden, ja wenn es die Grösse der Uhr zuliesse, Minuten haben.

13. Erkl. Der Weiser einer Uhr heißt ein Stift, der mit der Weltaxe parallel geht, und also für sie selbst angenommen wird (gnomon; s. stylus).

14. Erkl. Der Durchschnitt einer Ebene, die durch den Weiser lothrecht auf die Uhr gesetzt ist, mit der Ebene der Uhr, heißt die Linie unter dem Weiser (substylaris).

15. Zus. Man findet sie also, wenn man von zween Puncten des Weisers Lothe auf die Ebene der Uhr fällt, und durch die Puncte, wo solche in die Ebene der Uhr schneiden, diese Linie zieht (G. 47. S.) oder auch wenn man statt eines dieser Puncte den

nimmt,

nimmt, wo der Weiser durch die Ebene der Uhr geht.

16. Zus. Der Winkel des Weisers mit der Substylarlinie, ist seine Neigung gegen die Ebene der Uhr (G. 2. Th. 1. Erkl.) die Lage der Substylarlinie, dieser Winkel, und der Punct, wo der Weiser durch die Uhr geht, bestimmen die Lage des Weisers.

17. Zus. Bey der Aequinoctialuhr (10) wären die Durchschnitte der Stundenkreise, und unzählich viel andere Linien Substylarlinien, man hat aber keine die Lage des Weisers zu bestimmen nöthig.

18. Erkl. Die Neigung und Abweichung der Uhr heissen die Winkel, die sie mit dem Horizonte und mit der Mittagsfläche macht.

19. Erkl. Die Mittagslinie der Uhr ist ihr Durchschnitt mit der Mittagsfläche. Auf sie fällt des Weisers Schatten zu Mittage (13). Bey der Aequinoctialuhr ist die Neigung die Höhe des Aequators; die Abweichung = 90 Gr; und ihre Mittagslinie AD.

20. Zus. Bey jeder Uhr auf einer Verticalfläche, die nicht selbst in der Mittagsfläche liegt, steht ihre Mittagslinie wie auf dem Horizonte, so auch auf der Mittagslinie, die man überhaupt so nennt, oder auf der Mittagslinie des Horizontes, imgleichen auf der Verticalfläche Durchschnitte mit dem Horizonte senkrecht (G. 48. S.).

21. Zus. Einer solchen Verticalfläche (20) Durchschnitt mit dem Horizonte, muß mit der Mittags-

linie des Horinzonts irgendwo zusammen stossen (*). Dieses muß an einem Orte geschehen, der zugleich in der Mittagslinie des Horizonts, und in der Verticalfläche ist; die Mittagslinie des Horizonts aber ist in der Mittagsfläche; also geschieht dieses Zusammenstossen an einem Orte, der zugleich in der Mittagsfläche und in der Verticalfläche ist, folglich in beyder Durchschnitte, d. i. in der Mittagslinie der Uhr; aber auch im Horizonte, folglich da, wo die Mittagslinie der Uhr in den Horizont schneidet.

22. Zus. Der Verticalfläche Abweichung, heißt ein Winkel, den zwey Perpendikel auf die Mittagslinie der Uhr, eines in der Verticalfläche, das andere in der Mittagsfläche, machen (18. und G. 2. Th. 2. Erkl.). Nun macht die Mittagslinie der Uhr rechte Winkel mit der Mittagslinie des Horizonts und mit dem Durchschnitte der Verticalfläche und des Horizonts (20; 21). Also ist dieser beyden Linien Winkel der Fläche Abweichung.

Man findet also die Abweichung einer Verticalfläche, z. E. einer Mauer, wenn man auf dem Horizonte, auf dem sie stehet, eine Mittagslinie zieht, und solche bis an die Mauer verlängert, alsdenn untersucht, was sie mit der Linie, nach welcher die Mauer auf dem Boden stehet, für einen Winkel und nach welcher Seite sie ihn macht. Wem gewiesen

(*) Wäre sie parallel, so wären die Verticalfläche und die Mittagsfläche parallel, weil sie beyde auf den Horizont lothrecht stehen, und ihn in parallelen Linien schnitten; dieses folgte aus G. 47. S. 7. Zus.

wiesen worden ist, wie man mit der Magnetnadel Winkel mißt, der wird leicht begreifen, wie sie hier kann gebraucht werden, wenn man sich auf sie verlassen will. Die Abweichung jeder Ebene aus dem Schatten eines auf sie lothrechten Stiftes zu finden, lehret Jac. Bernoulli Op. N. 36. Act. Er. Lipſ. 1689. Iun.

23. Erkl. Der Durchschnitt eines Stundenkreises mit der Ebene der Uhr, heißt die diesem Stundenkreise zugehörige **Stundenlinie der Uhr**; Und sein Winkel mit der Mittagslinie der Uhr; der **Stundenwinkel der Uhr**. Exempel geben die durch C gezogenen Linien auf der Aequinoctialuhr (1. Fig.).

24. Zuſ. Der Schatten des Weisers, der in allen Stundenkreisen ist (2), fällt nähmlich, wenn sich die Sonne in der Ebene eines Stundenkreises befindet, ihr gegen über in diese Ebene; und folglich sein Durchschnitt mit der Uhr, in die Stundenlinie.

25. Zuſ. Der Ort, wo der Weiser in die Uhr trifft, ist ohne Zweifel jeder Ebene durch den Weiser mit der Ebene der Uhr gemein, und liegt also in jeder Linie, die alles enthält, was einem Stundenkreise und der Ebene der Uhr gemein ist, d. i. in jeder Stundenlinie. Dieser Ort, wo der Weiser durch die Uhr gehet, gibt also einen Punct jeder Stundenlinie, daß man nur nach einen suchen darf.

26. Zus. Aus der Zeit, wenn die Sonne eine Fläche am frühesten bescheinet, und am spätesten verläßt, findet man, wieviel Stundenlinien auf eine Uhr zu ziehen sind, z. E, bey uns zieht man sie bis vormittags um 4 und nachmittags um 8 Uhr; frühere und spätere würden unnütz seyn.

27. Zus. Wird eine Fläche nicht den ganzen Tag beschienen; z. E. wenn sie gerade nach Morgen zu sähe, so verzeichnet man auch nur die Stundenlinien, die auf ihr brauchbar sind, als im Exempel, die Vormittagsstunden.

28. Aufg. Ueber Mm 2. F. steht eine Aequinoctialuhr, deren Mittelpunct C und der Weiser CF ist, welcher dem Horizonte in F begegnet, daß also DF die Mittagslinie des Horizonts, wie CD die der Aequinoctialuhr ist; Man sucht die Länge DF, aus dem gegebenen Halbmesser der Aequinoctialuhr, CD.

Auflö. Wenn der Kürze wegen, die Polhöhe = P heißt, so ist, weil DCF = R (7); r : sin P = CD : DF; so läßt sich also DF aus CD und P berechnen. Durch Zeichnung findet man das Gesuchte so: Man ziehe 3. Fig. DC und setze auf sie in C ein Perpendikel, in D aber lege man eine Linie in dem Winkel CDF, welcher der Höhe des Aequators gleich, oder = R – P ist, so wird diese Linie vom vorigen Perpendikel in F geschnitten die gesuchte Länge DF geben.

29. Zus. Wäre DF gegeben, so beschriebe man darüber einen halben Kreis 3. Fig. und setzte daran

in

in D eine Linie DC in einem Winkel FDC, welcher der Höhe des Aequators gleich wäre, so würde diese Sehne = DC 2. Fig. seyn.

30. Zus. CQ 2. F. sey eine Stundenlinie der Aequinoctialuhr; Man stelle sich die Aequinoctialuhr der 2. F. um die Linie Mm gedreht vor, bis sie in den Horizont fällt, so wird sich DC in der Mittagsfläche drehen, und also in die Mittagslinie DF fallen; so daß C auf c fällt, wenn Dc = DC; und das Dreyeck QDC, das den rechten Winkel QDC hat, wird sich um die Seite QD so drehen, daß alles an ihm unverändert bleibt, seine Lage ausgenommen, und es auf QDC dergestalt in den Horizont fällt, wie es vorhin in der Aequinoctialfläche lag, also wird DcQ = DCQ seyn.

31. Aufg. Aus der gegebenen Polhöhe, eine Sonnenuhr auf einer Horizontalfläche, eine Horizontaluhr zu beschreiben 2. Fig.

Aufl. Man ziehe die Mittagslinie des Horizontes Dg und setze auf sie Mm rechtwinklicht. Auf der Mittagslinie nehme man nach Gefallen Dc für den Halbmesser einer Aequinoctialuhr, und suche daraus DF (28), durch F setze man den Weiser, in der Mittagsfläche, und in dem gehörigen der Polhöhe gleichen Winkel. Aus c beschreibe man mit cD oder einem andern willkührlichen Halbmesser auf der Abendseite der Mittagslinie einen Quadranten DOT und theilte solchen durch Linien, von denen CO eine vorstellt, in 6 gleiche Theile; Jede dieser Linien bis an Mm verlängert gibt einen Punct

Q welcher, mit F zusammengezogen, eine Vormittags-Stundenlinie der Horizontaluhr geben wird. Die Stunde, zu der sie gehört, wird so weit vor Mittage fallen, so viel Sechstheile des Quadranten der Winkel DCO beträgt. Sie wird nähmlich 1; 2; 3; u. s. w. Stunden vormittage fallen, oder die Stunde 11; 10; 9; u. s. w. vormittage seyn, nachdem DCO = 15; = 2. 15; = 3. 15 u. s. w. Gr. ist.

Die Nachmittagsstunden zu finden, beschreibe man eben den Quadranten auf der Morgenseite, oder man nehme nur auf dieser Seite allemahl Dq = DQ, so ist Fq die Stundenlinie für soviel Stunden nachmittage, soviel Stunden vormittage der FQ zugehörten; z. E. wenn FQ die Stundenlinie für 10 Uhr vorm. ist; ist es Fq für 2 Uhr nachmittage; also geben das erste, zweyte, dritte u. s. f. q die man solchergestalt bestimmt, die Stundenlinien für 1; 2; 3; u. s. w. Uhr nachmittage.

So werden die Stunden bis 6 Uhr nachmittage und von Mittage an bis sechs Uhr vorm. bestimmt. Nähmlich um 6 Uhr vorm. fällt der Schatten auf C 6; F 6; und um sechs Uhr nachm. auf C VI; F VI; die Linien 6 VI gehen mit MN parallel.

Man setze QCD = n. 15° so daß CQ; FQ; zu der Stunde gehören, die sich n Stunden vormittage endigt, und also nach unserer Art zu zählen 12 − n Uhr heißt; z. E. zu 9 Uhr, wenn n = 3; Man verlängere QC; QF; auf die Morgenseite in CΠ; FΠ; so fällt der Schatten im Horizonte auf FΠ

wenn

wenn er im Aequator auf CΠ fällt; Es ist aber DCΠ = 2 R – n. 15° = R + R – n. 15°; und weil R = 6. 15° = DCVI so ist DCΠ = DCVI + (6 – n). 15° oder der Schatten fällt auf CΠ; 6 + 6 – n Stunden, oder 12 – n Stunden nachmittage, folglich gibt die Vormittagsstundenlinie QF; verlängert die Nachmittagsstundenlinie Fπ, die zu einer gleichnahmigen Stunde gehört; oder die Vormittagsstundenlinie.

FQ für 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; Uhr
gibt Fπ für 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; Uhr
Nachmittage. Die Ursache ist, weil die Zahl der Vormittagsstunden, wie wir sie zählen, mit dem Winkel gFQ; der Nachmittagsstunden ihre mit dem Winkel DFπ wächst, welche beyde Winkel zugleich wachsen.

Fq sey die Stundenlinie für n Uhr nachmittage, so ist DCP = 2R – DCq und weil DCq = n. 15° so ist DCP = R + (6 – n). 15° oder CP die Stundenlinie für die Vormittagsstunde, welche sich 6 + 6 – n Stunden vormittage endigt, d. i. für die Vormittagsstunde, welche sich endigt, wenn wir 12 – (12 – n) oder n Uhr zählen. Wenn also die Sonne vormittage so stehet, daß der Schatten auf CP fällt, so wird er zugleich auf Fp die Verlängerung von qF, fallen, und Fp wird die Stundenlinie für n Uhr vormittage seyn; weil wiederum die Zahl der Nachmittagsstunden mit dem Winkel DFq; und der Vormittagsstunden mit gFp wächst.

Nachdem man also vermöge des Quadranten DT, die Vormittags- und Nachmittagsstundenlinien, die nicht über sechs Stunden vom Mittage entfernt sind, gefunden hat, so verlängere man beyde durch F; Die Verlängerungen werden bey jenen auf die Morgenseite gehen, und die rückständigen sechs gleichnahmigen Nachmittagsstunden anzeigen, bey diesen auf die Abendseite gehen, und die rückständigen 6 gleichnahmigen Vormittagsstunden anzeigen; daß man also die Stundenlinien auf der Horizontaluhr für alle 24 Stunden verzeichnen könnte; (S. aber 26.).

Ist der Punct F, wo man den Weiser einsetzen will, gegeben, so kann man FD nach Gefallen annehmen, und daraus CD suchen (29), oder wenn man einen Halbmesser der Aequinoctialuhr als gegeben annehmen will, daraus nach 28 die Länge DF suchen, und solche von F aus nehmen, um den Punct D zu bestimmen. Der Beweis erhellet, was die Lage des Zeigers betrifft, aus 28; 29; was die Stundenlinien betrifft, aus 30. denn die Verzeichnung der Auflösung thut eben das, als ob die Aequinoctialuhr nach 30 wäre in den Horizont gelegt worden.

32. Zus. Es sey $CD = a$; $DF = b$; so ist $r : \sin P = b : a$ oder hie $P : r = a : b$ (28) eine von beyden Linien zu finden.

33. Zus. Ein gegebener Stundenwinkel der Aequinoctialuhr (30) DCQ heisse der Kürze wegen S; so ist $r : \text{tang } S = a : DQ$; also kann man aus dem

dem angenommenen Halbmesser der Aequinoctialuhr, die Puncte Q und folglich die Stundenlinien FQ finden.

Wenn a = 1000; so sind die sechs Wehrte von DQ (30) 268; 577; 1000; 1732; 3732; ∞;

34. Zus. Hieraus fließt die trigonometrische Verzeichnung der Horizontaluhr, wie vorhin (31) die geometrische gelehret wurde. Man nehme zum Halbmesser der Aequinoctialuhr = a eine Linie, die in 1000 Theile getheilt ist (G. 32. S. 5. Anm.); und berechne (32) wieviel solcher Theile auf b kommen, die man denn von F, wo der Weiser eingesetzt werden soll, gehöriger massen nimmt, so kann man das Perpendikel MDN ziehen, und darauf von D aus nach beyden Seiten die nur gefundenen Längen (33) nehmen.

35. Zus. Weil $a = \frac{b. \sin P}{r}$ so ist DQ = $\frac{\text{tang. S. sin P}}{r^2}$. b woraus sich DQ in Theilen der Linie DF finden liesse. Dieses aber erforderte für jede Polhöhe eine eigene Tafel der Längen DQ. Die Tangente des Stundenwinkels der Horizontaluhr wäre $\frac{r. DQ}{b} = \frac{\text{tang S. sin P}}{r}$.

37. Erkl. Mm 4. F. stehet auf der Mittagslinie Gg senkrecht, und über Mm eine lothrechte Ebene. Eine Uhr auf derselben südlicher, oder nordlicher Seite heißt eine Mittags- oder Mitternachtsuhr.

38. Aufg.

38. Aufg. **Eine Mittagsuhr zu verzeichnen.**

Aufl. DF; Mm; bedeute hier und in der 2. F. einerley (31) der Horizontaluhrweiser FKH schneide die lothrechte Ebene in K so, daß FK südwärts, KH nordwärts liege. Also ist DK die Mittagslinie der lothrechten Uhr (25) weil nähmlich die Puncte D; K; zugleich in der Mittagsfläche, und auch in der Ebene über Mm sind. FQ sey eine Nachmittagsstundenlinie der Horizontaluhr, so ist Q im Stundenkreise, und also KQ die zugehörige Stundenlinie der lothrechten (25). Wenn nun DF = b; KD = c; so ist tang P : r = DK : DF oder $b = \frac{cr}{\text{tang } P}$

und $DQ = \frac{\text{tang S. sin P}}{r} . b$ (35) $= \frac{\text{tang S. sin P : cr}}{r^2 . \text{tang P}}$

$= \frac{\text{tang S. c}}{r} . \frac{\text{Sin P}}{\text{tang P}} = \frac{\text{tang S. c}}{r} . \frac{\text{cos P}}{r}$ (Trig. 4. Erkl. 3. Z.) $= \frac{\text{tang S. cos P. c}}{r^2}$. Dieser Ausdruck bestimmt also hier DQ durch KD und cos P eben so, wie sie durch FD und sin P bey der Horizontaluhr bestimmt wurden. Man kann also die Mittagsuhr als eine Horizontaluhr ansehen, die unter der Polhöhe R – P beschrieben wurde. Daraus fließt folgende Verzeichnung: Man nehme in der Ebene über Mm einen Punct K nach Gefallen an, durch den der Weiser gehen soll. Man ziehe von K eine Linie KD nach dem Durchschnitte der Ebene mit der Mittagslinie des Horizonts; Sie wird die

Mit-

Mittagslinie der Uhr, und zugleich hier die Substylarlinie seyn (14). Man richte den Weiser KF in einer Ebene, die auf die Ebene der Uhr senkrecht steht, so auf, daß der Winkel DKF der Ergänzung der Polhöhe gleich ist, auf beyden Seiten von DK ziehe man die Stundenlinien KQ, wie man in der 2. F. (31) auf beyden Seiten von DF die Stundenlinien FQ gezogen hat.

39. Aufg. Zu finden, wie lange die Mittagsseite der Ebene über Mm von der Sonne beschienen wird.

Aufl. Die Ebene über Mm liegt in einem Scheitelkreise (Astr. 44.), der auf dem Mittagskreise senkrecht steht. ZO 5. F. sey dieser Scheitelkreis, Z das Zenith, ZH ein Quadrant des Mittagskreises, in welchem der Nordpol P, und HO der östliche Quadrant des Horizontes. Man setze, die Abweichung der Sonne sey nordlich; und die Sonne komme des Vormittags zuerst in S in den Scheitelkreis, oder in die Ebene über Mm; so ist ZPS der Zeitwinkel (Astr. 84.), welcher bestimmt, wie lange vormittage solches geschieht, und PS die Ergänzung der Abweichung der Sonne; und aus Sph. Trig. 1. S. 12. Fall $r : \cot PS = tPZ : \cos ZPS$; da nun PZ und PS allemahl spitzig sind, so ist es auch ZPS (Sph. Tr. 1. S. 5. Z.) oder der Eintritt der Sonne in die Ebene geschieht weniger als 6 St. vorm. wenn die Sonne in dem nordlichen Zeichen steht. In den südlichen, geht sie erst nach 6 Uhr auf; und folglich kann diese Uhr keine frühere Vormittagsstunde als

6;

6; auch, wie auf eben die Art gezeiget wird, keine spätere Nachmittagsstunde weisen.

40. Aufg. **Eine Uhr auf der Nordseite der Ebene über Mm; eine Mitternachtsuhr zu verzeichnen.**

Aufl. Weiser und Substylarlinie sind für diese Seite KH; KN; die Verlängerungen von FK; DK; die Stundenlinien sind eben dieselben, und also wird diese Uhr wie die vorige verzeichnet. Nun läßt sich, wie (38) darthun, daß sie in unsern Gegenden keine ganze Stunden früh nach 6 Uhr und Abends von 6 Uhr beschienen wird, und daher keine andern Stunden zeigen kann als vormittage vom Aufgange der Sonne bis 6; und nachmittage von 6 bis zum Untergange der Sonne, nähmlich eben diejenigen, welche die Mittagsuhr nicht zeiget (38). Also sind ihre Stundenlinien eigentlich die verlängerten Stundenlinien der Mittagsuhr (31).

41. Aufg. **Auf der Abendseite der Mittagsfläche Ggx 7. F. eine Abenduhr zu verzeichnen.**

Aufl. Man ziehe auf der Mittagsfläche die Horizontallinie Gg, und auf sie fc so daß Gfc der Polhöhe gleich, und fc die Weltaxe ist, durch f und c setze man senkrecht auf die Mittagsfläche gleiche Stifte fF; cC; und befestige auf sie den Weiser FC mit fc parallel, fc ist die Stundenlinie für 6 Uhr nachm. Man halbire fc in Y 8. Fig. und beschreibe aus Y mit dem Halbmesser Y 6 = Ff = Cc; den Halbkreis 12; 6; XII; von dem man den Quadranten 12; 6; in sechs Theile eintheile; Es halte

12σ nach und nach 1; 2; 3; 4; 5; solcher Theile, man schneide die Tangente an 6 durch die verlängerte Yσ in β; und ziehe βδ mit cf parallel, so ist βδ die Stundenlinie für 1; 2; 3; 4; 5; Uhr nachmittage. Wenn ferner 6τ auch 1; 2; u. s. w. solcher Sechstheile eines Quadrantens hält, und die Tangente wieder von Yτ in π geschnitten wird, so ist πμ die Stundenlinie für 7; 8; u. s. w. Uhr nachmittage.

Analysis und Beweis. Da der Weiser in dieser Fläche selbst liegen sollte, und also keinen Schatten auf sie werfen könnte, so setze man ihn in der gehörigen Lage davor; Es stehe also CF mit der Weltaxe parallel auf der Abendseite der Mittagsfläche, und man sucht, wie die Schatten davon auf die Mittagsfläche fallen werden. Zuerst erhellt, daß man hier keine Vormittagsstunden verzeichnen darf, weil diese Seite vormittage nicht beschienen wird. Wenn ferner FD die Mittagslinie des Horizontes, also die Ebene DFC; lothrecht, und der Mittagsfläche parallel ist, auch Ff; Cc; auf die Mittagsfläche senkrecht sind, so wird Ff die sechste Nachmittagsstundenlinie der Horizontaluhr seyn, und der Schatten zu dieser Stunde ist der Durchschnitt der Ebene CFf mit der Mittagsfläche; und ist folglich mit CF parallel (G. 2. Th. 2. Erkl. Zus.) folglich fc. FV sey eine andere Stundenlinie des Horizonts, die der Mittagslinie Gg in V begegne; die zugehörige Stundenlinie der Abenduhr VK ist wieder der Durchschnitt der Ebenen CFV

und

und Ggx, folglich wieder mit FC; also auch mit fc parallel (G. 46. S. 1. Z.). Man suche also fV. Es sey Vα auf fc senkrecht. Nun ist VFf die Ergänzung des Stundenwinkels DFV; also Ff : fV = r : cot DFV = tang DFV : r (Trig. 5. Erkl. 1. Z.)

folglich aus (35) $\frac{\text{tang S. sin P}}{r} : r = Ff : fV$; dieses

giebt $fV = \frac{r^2}{\text{tang S. sin P}} . Ff = \frac{\cot S}{\sin P} . Ff$, aber r:

$\sin P = fV : V\alpha$; also $V\alpha = \frac{\cot S}{r} . Ff$. Man

kann also entweder für jede Stundenlinie, den Punct V durch welchen sie mit fc parallel gehet, durch die Linie fV finden, oder man kann jede Stundenlinie in der ihr zugehörigen Weite αV von cf ziehen. Das letztere verrichtet man auch durch folgende Verzeichnung: In der 8. F. sey cf mit cf 7. Fig. einerley, und Y liege in ihrer Mitte, daß cY = Yf; Man nehme Y 6 der 8. Fig. = Ff der 7. Fig; und beschreibe damit den Halbkreis 12; 6; XII. Macht man nun den Winkel 12Yσ = S und zieht an 6 die Tangente, welche von Yσ in β abgeschnitten wird, so ist 6β : 6Y = cot S : r also 6β = Vα. Wenn man nun den Sechstheil eines Quadranten, der allemahl auf dem Aequator einer Stunde zugehört (wie in 31) für die Einheit annimmt, so gehört zum Winkel

12 Yσ = 1; 2; 3; 4; 5; der Winkel
6 Yσ = 5; 4; 3; 2; 1;

Also

Also darf man nur den Quadranten 6; σ12 in 6 gleiche Theile theilen, und die Theile von fc an zählen, so sind die Tangenten dieser Theile die Cotangenten der Stundenwinkel des Aequators von Mittage an; oder die Entfernungen der Stundenlinien von fc, und wenn man durch das Ende der Tangente von $\frac{5}{6}$; $\frac{4}{6}$; $\frac{3}{6}$; $\frac{2}{6}$; $\frac{1}{6}$; Parallelen mit cf zieht, so hat man die Stundenlinien für 1; 2; 3; 4; 5; 6; Uhr Nachmittage.

Wenn Fv eine Stundenlinie der Horizontaluhr ist, die nach 6 Uhr fällt, so ist eben wie vorhin fv = $\frac{\cot S}{\sin P}$ Ff nur daß S hier einen stumpfen Winkel bedeutet, (daher auch seine Cotangente (Trig. 5. Erkl. 3. Zus.) verneint wird, und folglich fv verneint ist, d. i. auf die Seite fällt, die der, nach welcher fV fällt, entgegengesetzt ist). Eben so ist die Weite dieser Parallele kv von fc wie vorhin $\frac{\cot S}{r}$. Ff. Es sey also 12YT der Stundenwinkel des Aequators für diese spätere Nachmittagsstunde, oder 12 YT = S = R + Z so daß 6 YT = Z. So ist cot S = − cot (2 R − S) (Trig. 5. Erkl. 3. Zus.) = − cot (2 R − R − Z) = − cot (R − Z) = − tang (R − Z). Man nehme also von 6 an in der 8. Fig. den Bogen 6σ = Z und verlängere dessen Tangente β6 in 6π = β6 so geht die Stundenlinie, welcher S = R + Z zugehört, durch π mit cf parallel. Nun ist 6π die positive Tangente des Bogens 6τ welcher = 6σ; Nimmt man also wie-

der ein Sechstheil des Quadranten für die Einheit an, so gibt 6τ = 1; 2; 3; u. s. w. die Stundenlinien für 7; 8; 9; u. s. w. Uhr, die man nur bis zu Untergange der Sonne verzeichnet.

42. Aufg. Auf der Morgenseite der Mittagsfläche eine Morgenuhr zu verzeichnen.

Aufl. Der Weiser wird bey ihr wie bey der Abenduhr angebracht. Die Stundenlinien sind auch mit jener ihren einerley, die Stunden aber werden so eingeschrieben: Wenn das Sechstheil eines Quadranten zur Einheit angenommen, der Bogen XII τ 8. Fig; 4; 5; 6; ist, so gehört πμ zu 4; 5; 6; Uhr vormittage, und wenn der Bogen 6σ; = 1; 2; 3; 4; 5; ist, so gehört βδ; zu 7; 8; 9; 10; 11; Uhr vormittage.

Bew. Die Stundenlinie für n Uhr nachm. wird durch die zugehörige Stundenlinie der Horizontaluhr, z. E. FV 7. F. bestimmt. Wenn man nun diese Stundenlinie, die mit Fq 2. F. einerley seyn mag, rückwärts verlängert, so gibt sie Fp für die Stundenlinie des Horizontes für n Uhr vormittage (31). Stünde also eine Mittagsfläche westwärts der Linie FD; über der Mittagslinie Γγ so gäbe Fp auf der Ostseite dieser Mittagsfläche, die Stundenlinie für die gleichnahmige Vormittagsstunde. Wenn nun die Linie VFp den Mittagslinien, die auf beyden Seiten gleichweit von FD liegen, in V und p begegnet, und durch V und p, Parallelen mit der Weltare gezogen werden, so gehören diese Parallelen zu gleichnahmigen Stunden,

nur

nur die durch V zur Nachmittagsstunde in der Abenduhr, die durch p zur Vormittagsstunde in der Morgenuhr. Man setze, TF begegne der Linie Γγ in Φ so ist Φp = fV; Wenn man also fv = fV nimmt, so wird vk die Lage in der Fläche über Gg haben, welche in der Fläche über Γγ die Stundenlinien durch p hat: d. i. wenn man vk auf der östlichen Seite der Fläche über Gg ansieht, so wird sie zu einer Vormittagsstunde gehören, die eben den Nahmen hat, wie die Nachmittagsstunde, zu welcher VK auf der Westseite der Fläche über Gg gehört. Also werden die Nachmittagsstundenlinien der Abenduhr und die Vormittagsstunden der Morgenuhr; beyde von der linken gegen die rechte dessen, der sie ansieht, gezählt, einerley Stunden zugehören.

Man setze also, es wären für die der Abenduhr alle Nachmittagsstunden in der 8. Fig. verzeichnet, und sie folgten von βδ nach πμ so: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; so würde eben die Figur die Vormittagsstundenlinien der Morgenuhr geben, wenn man an die Linien von πμ nach βδ zu 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; schreibt. Wenn diese Zeichnung nähmlich auf einer durchsichtigen Ebene befindlich wäre, und in die Mittagsfläche gestellt, und auf jeder Seite ein Weiser mit der Weltaxe parallel und in der Entfernung = Ff von jeder Seite angebracht würde, so sähe man auf jeder Seite die Stunden, die auf dieser Seite können gesehen werden. Auf jeder Seite wären Stundenlinien für diese Seite überflüssig, aber für die andere nöthig.

Allgemeine Theorie der Uhren auf Verticalflächen.

43. Aufg. Die Mittagslinie einer lothrechten Ebene Llx 9. Fig. zu finden.

Aufl. Man ziehe die Mittagslinie des Horizonts Fg welche die Verticalfläche, und folglich derselben Durchschnitt mit dem Horizonte Ll, in D schneide; durch D richte man in der lothrechten Ebene ein Perpendikel DK auf Ll auf; dieses ist der lothrechten Ebene Mittagslinie (20).

44. Zus. Weil die Mittagslinien des Horizonts unter einander, und die Mittagslinien jeder Ebene auch unter einander parallel sind, so kann man auf diese Art durch jeden Punct der Verticalfläche eine Mittagslinie ziehen, wenn man nur in der Verticalfläche durch diesen Punct eine Parallele mit der nur gefundenen Mittagslinie zieht.

45. Zus. Man kann also den Weiser, welcher sich allemahl in der Mittagsfläche befinden muß, durch was für einen Punct der Verticalfläche man will, K, setzen, und durch diesen Punct die Mittagslinie der Uhr ziehen.

46. Aufg. KF, der Weiser der lothrechten Ebene, begegnet dem Horizonte in F; Man sucht die Substylarlinie Kl und des Weisers Winkel mit der Verticalfläche FKl. Ich nehme an, daß FD nach Norden, Fg nach Süden geht, und L auf der Westseite der Mittagsfläche liegt (14; 16;).

Aufl. DF wird die Mittagslinie des Horizonts und DFK die Polhöhe = P seyn. Ferner sind FID, FIK rechte Winkel (15. und Geom. 2. Th. 1. Erkl.) die Abweichung GDL = gDl (22) heisse D; der Substylarlinie Winkel mit der Mittagslinie der Uhr, ist DKI = Z des Weisers Winkel mit der Uhr, FKI = K. Ferner heissen KD = c; DF = b so ist

I) $r : \cos D = DF : DI;\ DI = \frac{b.\cos D}{r}$

II) $r : tP = DF : KD;\ KD = \frac{b.tP}{r} = c$

III) KD : DI = r : tZ d. i. aus I; II; tP : cos D
= r : tZ; $tZ = \frac{r.\cos D}{tP}$

IIII) $\cos Z : r = KD : KI;\ KI = \frac{rc}{\cos Z} = \frac{b.tP}{\cos Z}$

wo Z aus III. gegeben ist.

V) $DF : FI = r : \sin D;\ FI = \frac{b.\sin D}{r} = \frac{c.\sin D}{\text{tang } P}$

VI) $KI : FI = r : tK$ also aus IIII; V; $\frac{tP}{\cos Z} : \frac{\sin D}{r}$
$= r : tK;\ tK = \frac{\sin D.\cos Z}{tP}$

So sind die gesuchten Winkel durch III; VI; gegeben.

47. Zus. Nimmt man DF als gegeben an, so berechnet man daraus KD (II) und DI (I) folglich kann man durch die gegebenen Puncte K; l; die Substylarlinie und durch die gegebenen Puncte K; F; den Weiser legen. Wird KD als gegeben angenommen, so läßt sich daraus vermöge (II) $DF = \frac{r.c}{tP}$ berechnen, und dadurch das übrige wie vorhin bestimmen.

48. Zus. Von den beyden Seiten der Verticalfläche, die über Ll steht, kehrt sich die eine, vor welcher G liegt, nach Norden, die andere, vor welcher g liegt, nach Süden zu; ich will daher jene die nordliche Seite, diese die südliche nennen. Die Figur stellt den Theil KF des Weisers auf der südlichen Seite vor, und eben auf derselben, werden die Stundenlinien gezogen; diese Dinge bleiben indessen für die nordliche Seite einerley, nur muß man sich den Weiser durch die Fläche nach dem Pole hinauf in KH verlängert vorstellen, wenn sein Schatten auf die nordliche Seite fallen soll. Die Substylarlinie ist auf der Nordseite KN, die Verlängerung von IK; wo HKN = FKI; Die Stundenlinien aber als Durchschnitte der Fläche mit den Stundenkreisen bleiben auf beyden Seiten einerley; Es ist natürlich, daß sie auf die Seite müssen gezeichnet werden, auf welcher man sie sehen soll. Wäre z. E. eine Mauer so aufgeführt, daß eine Seite vnn ihr nach Ll, die andere nach einer Parallele mit Ll auf dem Horizonte stünde,

so

so würden sie zwo solche Seiten darstellen, für welche einerley Stundenlinien und einerley Weiser gelten.

49. Zus. Eigentlich also bedeutet D = GDL die Abweichung der nordlichen Seite, von Norden nach Westen, und da ist LDg = 2R – D die Abweichung der südlichen von Süden nach Westen; nimmt man aber gDl für die Abweichung der südlichen Seite von Süden nach Osten an, so wird lDG = 2R – D, die Abweichung der nordlichen von S. nach O. Es kömmt nähmlich darauf an, ob man GDL oder gDL die Abweichung nennen will.

50. Zus. Es sey 10. F. ΛDg = LDG; so kann über Λλ eine Verticalfläche oder eine Mauer stehen, deren nordliche Seite so viel von N. nach W. abweicht, als der Mauer über südliche Seite von S. nach W. abweicht, weil GDΛ = gDL; und der Mauer über Λλ südliche Seite wird soviel von S. nach O. abweichen, als der Mauer über Ll nordliche Seite von N. nach O; weil gDλ = GDl.

51. Zus. Wenn Fi auf Λλ senkrecht ist, so ist Di = Dl; Ferner schneiden beyde Flächen einander in einer Verticallinie, durch D, und also da, wo die Mittagsfläche beyde schneidet, oder in ihrer gemeinschaftlichen Mittagslinie; wenn also DF wie in der 4. F. angenommen wird, so bekommen beyde einerley DK, und der gemeinschaftliche Weiser KF, hat in einer Kl in der andern Ki zur Substylarlinie, welche gleich sind, und mit DK gleiche Winkel DKl; DKi machen, auch sind die Dreyecke

KIF; KiF gleich, wenn man also den Weiser für die Fläche über Ll der 9. F. gelegt hat, kann man ihn leicht für die Fläche über ΛΛ legen; die Lagen beyder Flächen verhalten sich so gegen einander: ΛDG = 2R – LDG oder; die Abweichungen ihrer nordlichen Seiten nach Westen, machen zusammen 180 Gr. Ihr Winkel LDΛ = ΛDl ist = 2R – GDL – ΛDg = 2R – 2D.

52. Aufg. **Die Stundenlinien einer Verticaluhr zu ziehen.**

Aufl. Man fälle von D auf KF das Perpendikel DC; und ziehe im Horizonte DM senkrecht auf die Mittagslinie des Horizonts; so wird MD auf die Mittagsfläche (Geom. 47. S. 1. Z.) und folglich auf DC senkrecht stehen. Aber DM ist des Aequators Durchschnitt mit dem Horizonte (Astr. 30.) und die Ebene durch MD und DC macht mit dem Horizonte den Winkel FDC (G. 2. Th. 2. Erkl.) welcher wegen des rechten Winkels DCF; die Ergänzung der Polhöhe DFC; und also die Höhe des Aequators ist. Folglich ist MDC in der Ebene des Aequators; und weil DC in der Mittagsfläche ist (da sich KF und D in ihr befinden,) so ist DC die Mittagslinie des Aequators wie in (6). Es sey also DCQ ein Stundenwinkel des Aequators = S wie in (33), so wird DFQ der zugehörige Stundenwinkel der Horizontaluhr seyn (35) den ich = H nenne. FQ schneide verlängert Ll in V; so ist V in FQ; des Stundenkreises, der mit der Mittagsfläche den Winkel S macht, Durchschnitte

mit

mit dem Horizonte und folglich in diesem Stundenkreise; folglich KV die Stundenlinie der Uhr (25). Nähmlich, CQ; FQ; KV, sind zusammengehörige Stundenlinien auf der Aequinoctial- der Horizontal- und der Verticaluhr, für einerley Weiser KCF. Weil nun K gegeben ist, kann man KV ziehen, wenn man DV hat. Aber DV ist eine Seite des Dreyecks DFV; man versuche also, ob es sich aus diesem finden läßt. Nun ist in diesem Dreyecke auser DF = b, auch DFV = H gegeben, dessen Tangente $= \frac{\text{tang S. sin P}}{r}$ (35). Ferner ist VDF = 2R – GDL = 2R – D also DVF = 2R – (VDF + DFV) = 2R – 2R + D – H = D – H und sin DVF : sin DFV = DF : DV; also $DV = \frac{b.\ \sin H}{\sin (D-H)}$. Imgleichen tang $DKV = \frac{DV.r}{DK}$ $= \frac{r^2.\ \sin H}{\sin (D-H).\ tP} = \frac{\sin H.\cot P}{\sin (D-H)}$.

Hier nehme ich an, FQ begegne verlängert der DL auf der Westseite. Weil aber die sechste Stundenlinie der Horizontaluhr durch F mit mM parallel geht, so wird eine Stundenlinie der Horizontaluhr mit DL parallel gehen; Sie sey FM; und für sie ist H = D; also findet man sie aus der Gleichung tang $D = \frac{\text{tang S. sin P}}{r}$ woraus tang $S = \frac{r.\ \text{tang D}}{\sin P}$ folgt; vielleicht ist das hiedurch bestimm-

te S eben kein Vielfaches von 15° und also kein Stundenwinkel in der Bedeutung (23; 2) sondern in der Astr. (84); allemahl gibt es aber doch Stundenlinien des Horizonts, die mit DF grössere Winkel machen als der spitzige DFM ist; und die folglich der DL auf der Westseite nicht begegnen. Eine solche sey FW; die also rückwärts verlängert der LDl auf der Ostseite in v begegnen muß; Man ziehe vKZ so muß der Schatten zu gleicher Zeit im Horizonte nach FW und auf der Verticalfläche nach KZ fallen; daß man also diese Stundenlinien auf der Verticalfläche für die H > D ziehen kann, wenn man für sie Dv hat. Aber DvF = 2R - vDF - DFv = 2R - D - (2R - DFW) = 2R - D - 2R + H = H - D; und $\frac{DF.\sin DFv}{\sin DvF} = Dv = \frac{b.\sin H}{\sin (H-D)}$ daß also auch diese Stundenlinien auf der Verticalfläche gegeben sind.

II. Der Schatten wird zugleich auf Fw; KZ; die Verlängerungen von VF; VK; fallen; und Fw ist die Stundenlinie der gleichnahmigen Vormittagsstunde auf dem Horizonte (31) also Kz auf der Uhr.

III. Nun sey Fv eine Nachmittagsstundenlinie des Horizontes, (wo v nicht mehr bedeutet, was es in I bedeutete,) und ihr Winkel DFv = h; für den Nachmittagsstundenwinkel des Aequators f; also $\tang h = \frac{\tang f.\sin P}{r}$; so ist im Dreyecke DvF; der

so

so genannte Winkel $= 2R-(D+h)$ also sein Sinus $= \sin(D+h)$ und $\frac{DF.\sin DFv}{\sin DvF} = Dv = \frac{b.\sin h}{\sin(D+h)}$ und $\text{tang}\, DKv = \frac{\sin h.\cot P}{\sin(D+h).r^{\circ}}$.

IIII. Wenn vF; vK in FW; KZ verlängert werden, so sind die Verlängerungen, Stundenlinien für gleichnahmige Vormittagsstunden (31).

V. Geometrische Verzeichnung der Uhr. Nachdem man auf der Verticalfläche, auf welche man die Uhr beschreiben will, den Weiser geleget hat (39), ziehe man auf ihr nach Gefallen eine Horizontallinie LDl; So ist die Länge KD bestimmt, und wenn man sich durch D eine horizontale Mittagslinie Dg vorstellt, so ist DF aus KD gegeben, weil $KFD = P$; $KD : DF = r : \cot P$; und man kann also durch Zeichnung DF finden, wenn man an KD durch K einen Winkel $= R-P$ und durch D ein Perpendikel setzt. Diese DF nehme man für die DF der 2. F. an, und beschreibe dazu eine Horizontaluhr (31) oder man suche aus dieser DF; den Halbmesser DC der zugehörigen Aequinoctialuhr 2. F. und beschreibe dieselbe; In beyden Fällen kann man Mm ein Perpendikel durch D auf DF durch die Puncte Q; q; wie in 2. Fig. abtheilen, daß DQ; Dq; den Stunden zugehören. Wenn man also 9. Fig. die Linien FD; Mm gezogen, und die letzte gehörig abgetheilet hat, so ziehe man durch D eine Linie, die mit DF einen Winkel macht, welcher der gegebenen

Ab=

Abweichung von Norden nach Westen und von Süden nach Osten gleich oder = D ist; so werden die Linien FQ; Fq; wo nöthig, verlängert, diese Linie in den Puncten V; v; schneiden; Man darf also nur durch D auf der Verticalfläche 9. F. eine Horizontallinie Ll ziehen, und dieselbe durch die Puncte V; v; abtheilen, diese Puncte aber kann man von der Zeichnung abtragen, die nur die Linien Dg; Mm; Ll; enthalten darf, und sich also besonders auf einem Papiere machen läßt.

VII. Die trigonometrische Verfertigung folgt nebst (40) aus I; III; Man darf nähmlich nur die Linien DV; Dv; berechnen, und wie in (34) verfahren.

VIII. So wird auf einerley Verticalfläche eine südliche und eine nordliche Sonnenuhr verzeichnet (48).

VIIII. Für eine Fläche, deren nordliche Seite von Norden nach Westen zu um einen stumpfen Winkel abwiche, dergleichen über Λλ 11. F. stünde (51), verfährt man so; Ll 11. F. sey die Linie, über welcher eine Verticalfläche stünde, deren nordliche Seite von N. nach Westen zu um einen Winkel abweiche, welcher 2R – der nur erwähnten Abweichung der Fläche über Λλ wäre; oder es sey LDG = 2R – ΛDG = ΛDg; Ferner sey DV 6. F. eine Linie wie die DV 4 F. oder eine Linie von K nach V 5. F. sey der Fläche über Ll Stundenlinie und FV schneide DΛ in S so wird eine Linie von K nach S die zugehörige Stundenlinie der Fläche über Λλ seyn. Also

muß

muß man DS suchen. Nun ist sin DSF : sin H = DF : DS; aber aus (I) ist DSF = DVS + VDS = D − H + VDS = D − H + 2R − 2D = 2R − (H + D) also sin DSF = sin (H + D) und DS = $\frac{\text{b. sin H}}{\text{sin (H + D)}}$. Also ist DS II. F. was in III. und der 9. F. Dv war, wenn h in III. dem hiesigen H gleich ist; oder: die Vormittagsstunden der Uhr über Λλ; werden aus den Vormittagsstunden der Horizontaluhr so bestimmt, wie die Nachmittagsstunden der Uhr über Ll aus den Nachmittagsstunden der Horizontaluhr bestimmt wurden. Wenn man also bey der Uhr über Ll die Längen Dv für die Nachmittagsstunden gefunden hat (VII;) und diese Längen bey der Uhr über Λλ vom D nach der Abendseite zu trägt, so werden sie die Längen DS für die Vormittagsstunden der Uhr über Λλ geben. Eben so sey Dv II. F. mit Dv 9. F. einerley, die durch einen Nachmittagsstundenwinkel DFv = h auf der Horizontaluhr bestimmt wird (III), und man verlängere Fv bis sie der Λλ in ſ begegnet, so ist DſF = 2R − Dvſ − vDſ = DvF − vDſ = 2R − D − h − (2R − 2D) = 2R − D − h − 2R + 2D = D − h; also $\frac{\text{DF. sin h}}{\text{sin DſF}}$ = Dſ = $\frac{\text{b. sin h}}{\text{sin (D − h)}}$ und Dſ wird aus der Nachmittagsstunde der Horizontaluhr bestimmt wie DV 9. F. aus derjenigen Vormittagsstunde der Horizontaluhr bestimmt wurde, deren Stundenwinkel = h war (I). Wenn man also bey der Uhr über Ll

die

die Längen DV für die Vormittagsstunden gefunden hat, und diese Längen bey der Uhr über Λλ von D nach der Morgenseite trägt, so hat man die ihr zugehörigen Dſ für die Nachmittagsstunden. Oder

der Uhr über Ll	auf die	geben der Uhr über Λλ
Vormittagsstunden Nachmittagsst.	Morgenseite Abendseite getragen.	Nachmittagsstunden Vormittagsst.

53. Zus. Wegen der Krümmung der Erde, ist es möglich jeder gegebenen Ebene eine parallel zu legen, welche die Erde berühret, und also irgendwo ein Horizont ist. Und wenn man einen solchen Horizont hat, so wird der, welcher von ihm um den Durchmesser der Erde entfernt ist, und also den Gegenfüssern des vorigen zugehört (Geogr. 56.), ebenfalls der gegebenen Ebene parallel seyn. Die Ebene stellt nähmlich beyde Horizonte auf ihren beyden Seiten vor, wenn man die Dicke der Erde, um welche die Horizonte entfernt sind, verschwinden läßt. Die Polhöhe eines solchen Horizonts ist der Winkel, den die Weltaxe mit der gegebenen Ebene macht. Man kann also jede Uhr, die auf einer willkührlich gegebenen lothrechten oder schiefen Ebene soll verzeichnet werden, als eine Horizontaluhr ansehen, für welche die Polhöhe der Winkel ist, den der Weiser mit dem Horizonte macht, und die Mittagslinie dieser Horizontaluhr ist die Substylarlinie.

54. Zus.

54. Zus. So ist in der 9. Fig. die Uhr auf der Nordseite der Ebene über Ll; eine Horizontaluhr für die nördliche Polhöhe NKH; und die Mittagslinie KN. Daß sich also vermöge (46) jede Verticaluhr nach den Regeln der Horizontaluhr verzeichnen läßt, und wenn man die Aufgabe (46) für jede schiefe Ebene auflösen kann, so kann man auch jede Uhr auf jeder schiefen Ebene als eine Horizontaluhr verzeichnen.

55. Aufg. Zu finden, wenn die südliche Seite der Fläche über Ll 9. F. am frühesten von der Sonne beschienen würde.

Aufl. Wenn sich die Sonne südwärts des Aequators befindet, so geht sie uns vor 6 Uhr nicht auf, und also kann die Fläche auch da nicht früher beschienen werden. Man suche also die Beantwortung der Frage für den Fall, da sich die Sonne nordwärts des Aequators befindet. In dieser Absicht sey in der 12. F. HQ der Bogen des Horizonts, der das Maaß des Winkels GDL 9. Fig. ist; Z das Zenith, ZH ein Quadrant des Mittagskreises, so wird ZQ der Scheitelkreis seyn, in dessen Ebene die Fläche über Ll der 9. Fig. liegt, und die Sonne bescheint die südliche Seite dieser Fläche, sobald sie in den Scheitelkreis kömmt. Ferner sey P der Pol und der Aequator OS schneide den Scheitelkreis in S daß PS ein Quadrant ist. Befindet sich also die Sonne nordwärts des Aequators, so ist ihr Abstand vom Pole P kleiner als ein Quadrant. Aber jeder Punct T des Quadranten ZSQ zwischen S und

Q.

Q, ist weiter vom Pole als um einen Quadranten entfernt, weil seine Entfernung PT den Quadranten vom Pole bis auf den Aequator, PV enthält. Folglich kann nur ein Punct im Bogen ZS, die Weite Pf dem angenommenen Abstande der Sonne gleich haben. Das heißt: an dem Tage, da die Sonne den Abstand Pf vom Pole hat, kömmt sie in einem Puncte f zwischen Z und S in den Scheitelkreis ZQ; und folglich ist der Winkel SPZ, welcher die Zeit von diesem Augenblicke bis zu Mittage mißt (Astr. 84.) grösser als fPZ welcher die Zeit bis an Mittag von dem Augenblick an mißt, da sie in eben den Scheitelkreis kömmt, wenn sie sich im Aequator befindet. Die Sonne bescheinet also die südliche Seite der Verticalfläche am frühesten, am Aequinoctialtage.

54. Zus. Da im Dreyecke PZS, die Seiten PZ; PS; nebst dem Winkel PZS gegeben sind, so findet man daraus den Winkel SPZ (Sph. Trig. 1. S. 11. Z.) und weiß also, wie lange vormittage die südliche Seite der Fläche über Ll beschienen wird, folglich welches die frühste Stundenlinie ist, die man darauf verzeichnen darf (26).

56. Zus. Man kann auf ähnliche Art Untersuchungen über die Stundenlinien anstellen, wie weit man sie auf der nordlichen Seite dieser Fläche, und auf beyden über Λλ verzeichnen darf, dazu ich mich hier begnüge den Weg gewiesen zu haben.

Von

Von den Uhren, die nicht vertical stehen.

58. Erkl. Ueber der Linie Mm 13. Fig., welche die Mittagslinie Gg rechtwinklicht durchschneidet, stehe die Fläche Mmμ so daß sie mit dem Horizonte schiefe Winkel macht, so heißt sie geneigt. Wenn der Winkel, den sie nordwärts macht, der Höhe des Aequators gleich ist, so ist es die Ebene des Aequators (7). Auf jeder Seite einer solchen Fläche läßt sich eine geneigte Uhr beschreiben, und zwar die obere auf der Seite, welche nach dem Scheitel zu gekehrt ist, die untere auf der entgegengesetzten; wie bey der Aequinoctialuhr (9).

59. Erkl. Eine Polarfläche heißt eine geneigte Ebene durch die Weltpole.

60. Zus. Wenn Mmμ 14. F. dergleichen Fläche ist, so ist ihre Mittagslinie Dk, die Weltaxe selbst, und ihr Winkel mit dem Horizonte GDk der Polhöhe gleich.

61. Zus. Für eine Polaruhr also muß der Zeiger FK parallel mit der Fläche gestellt werden, und wenn FQ eine Stundenlinie der Horizontaluhr ist, so ist Qq mit Dk parallel die zugehörige Stundenlinie der Polaruhr. Die Verzeichnung der Polaruhren wird sich also leicht aus der Verzeichnung der Morgen- und Abenduhren (42. 41.) begreifen lassen.

62. Anm. Die Uhren (10; 31; 37; 41; 42; 59) heißt man horologia primaria; und pflegt sie auf einem

Klotze, dessen Flächen darnach gelegt seyn müssen, zu verzeichnen. Es gehören allemahl ein Paar entgegengesetzte zusammen; die nähmlich auf beyden Seiten einer Fläche liegen. Der Horizontaluhr entgegengesetzte ist die Horizontaluhr unserer Gegenfüsser.

63. Aufg. Eine geneigte Uhr zu beschreiben 13. F.

Aufl. I. Man ziehe in der Fläche ein Perpendikel DK auf DM; dieses ist die Mittagslinie der Uhr und zugleich die Substylarlinie, wo man also den Weiser durch einen willkührlichen Punct K setzen kann.

II. Der spitzige Winkel GDK 13. Fig., den die Fläche mit dem Horizonte macht, heisse = E; die Polhöhe für den Ort in der nordlichen Halbkugel, wo man die Uhr verzeichnen will, = P; wenn dieser Winkel nach Norden zu fällt, wie 13. Fig. so macht der Weiser mit der südlichen Seite der Fläche den Winkel DKF = E – P fällt aber E nach Süden wie gDK 14. Fig. so ist des Weisers Winkel mit der Uhr = 2R – (E+P). Ich heisse ihn für beyde Fälle K.

III. Um KD als einer Mittagslinie beschreibe man eine Horizontaluhr für die Polhöhe K; solches wird die verlangte Uhr seyn. Soll sie auf die Nordseite kommen, so darf man nur den Weiser FK durch die Fläche verlängern wie in der 9. Fig.

Beweis

Beweis I. Weil MD im Horizonte auf die Mittagslinie senkrecht ist, so ist sie auf die Mittagsfläche senkrecht (G. 47. S. 1. Z.), und folglich auf jede Linie durch D in der Mittagsfläche (G. 2. Th. 1. Erkl.) also auch auf den Durchschnitt der geneigten Ebene und der Mittagsfläche, d. i. auf der geneigten Ebene Mittagslinie senkrecht. Also ist DK das Perpendikel auf MD der geneigten Ebene Mittagslinie. Und weil die geneigte Ebene durch MD, im Loth auf die Mittagsfläche geht, so ist sie auf die Mittagsfläche senkrecht (G. 47. S.), und da der Weiser in der Mittagsfläche liegt, so ist eine senkrechte Fläche durch ihn auf die geneigte Ebene; einerley mit der Mittagsfläche; also DK auch die Substylarlinie (14).

II. Des Weisers Winkel mit der Fläche auf der südlichen Seite ist DKF; Nun ist in beyden Figuren DKF = GDK - DFK = GDK - P und in 13. F. GDK = E; in 14. Fig. GDK = 2R - E also dorten K = E - P hier K = 2R - (E + P).

III. Wenn DF = b; DK = c; so ist 13; 14; Fig. $\sin DFK : \sin DKF = c : b$ also $b = \frac{c . \sin K}{\sin P}$.

Man beschreibe um FD eine Horizontaluhr, von welcher FQ eine Stundenlinie sey; so ist KQ die zugehörige Stundenlinie der geneigten Uhr. Aber aus

der Horizontaluhr ist $DQ = \frac{\text{tang S. sin P. b}}{r^2}$ (35) =

$\frac{\text{tang S. sin P}}{r^2} \cdot \frac{\text{c. sin K}}{\text{sin P}} = \frac{\text{tang S. sin K. c}}{r^2}$ also wird DQ auf der geneigten Uhr eben so durch K und c; bestimmt, wie sie auf der Horizontaluhr durch P und b bestimmt wurde, welches auch mit (53) zusammenhängt.

64. Zus. Die Polaruhr (59) ist eine Horizontaluhr für die, welche unter dem Aequator wohnen; wie die Aequinoctialuhr eine Horizontaluhr für die ist, welche unter dem Pole wohnen.

65. Anm. Man theilt die geneigten Uhren in vorwärts und rückwärts geneigte (inclinata & reclinata) ein, man betrachtet auch Flächen, die vom Zenith abweichen, wie, wenn die Horizontalfläche sich um die Mittagslinie als eine Axe drehte.

66. Anm. Eine Fläche, welche zugleich schief gegen den Horizont und gegen die Mittagsfläche liegt, heißt eine abweichend geneigte Fläche (deinclinatum); die Regeln, Uhren auf solche Flächen zu beschreiben, können bey der Kürze, in die ich mich hier einschränken muß, desto eher übergangen werden, da die Nothwendigkeit fast nie dergleichen Uhren erfodert. Wenn man einer solchen Fläche Mittagslinie und die Lage des Weisers gegen sie weiß, so kann man die Uhr auf sie wie eine Horizontaluhr beschreiben (53), da man aber in acht nehmen muß, daß die Substylarlinie der Uhr, das für sie wäre, was DF

2. F. für die Horizontaluhr ist, welches zeigt, wie die Stunden darauf zu schreiben sind.

67. Anm. Die Aufgabe: Auf jede Ebene, deren Lage gegeben ist, eine Uhr zu beschreiben, haben verschiedene allgemein aufgelöset. S. Gregor. Elem. Astron. L. II. Pr. 42. sequ. Hausen meth. gener. construendi horol. ope triangul. planor. in Analectis Societ. Charitatis & Scientiar. Tom. I. mein Programma: Gnomonica analytica Lipsi. 1754.

68. Anm. Wenn man auf der Horizontaluhr 2. Fig. nicht FC zum Weiser braucht, sondern einen Stift Hh senkrecht auf den Horizont aufrichtete, dessen oberster Punct h in der Linie CF läge; so würde der Schatten des Punctes h noch zu jeder Stunde des Tages in die gehörige Stundenlinie fallen, obgleich der ganze Schatten des senkrechten Stiftes nicht auf solcher läge. Der Schatten des Punctes h beschreibt nähmlich jeden Tag auf dem Horizonte eine gewisse krumme Linie, und befindet sich zu einer gewissen Stunde in dieser krummen Linie Durchschnitte mit der Stundenlinie. Diese krummen Linien des Schattens sind Kegelschnitte; Ich habe sie im XVIII. B. 2. St. 4. A. des Hamburg. Magaz. betrachtet. Hausen a. a. O. (67) hat allgemeine Bestimmungen von den Schattenlinien auf jeder Fläche gegeben, doch ohne eine besondere Ausführung.

69. Anm. Der Schatten des Punctes h wird also zu einer Stunde an verschiedenen Tagen auf verschiedene Puncte der zugehörigen Stundenlinie fallen; und da dieses mit dem verschiedenen Stande der Sonne in der Ekliptik zusammenhängt, so wird sich hieraus überhaupt begreifen

lassen, wie man die Jahrszeiten, die Länge der Tage u. s. w. auf einer Sonnenuhr sehen kann.

70. Anm. Von den Handgriffen, Uhren bequem zu verfertigen, imgleichen von Sonnenuhren auf krummen Flächen, Sternuhren u. s. w. muß man ausführlichere Schriften nachlesen, die man in grosser Menge hat, die auch meistens nur die Ausübung ohne Beweis lehren. Dergleichen sind Welpers, Stengels, Böttigers, Penthers, Gnomonik, Kircheri ars magna lucis & vmbrae, Auguſtini a Puteo Gnomonice biformis, Dialogo del P. Gio. B. Vimercato degli horologi ſolari, Domenico Luchini da Pesaro Trattenimenti matematichi II. 4. III.

Von der Artillerie.

1. Die Artillerie ertheilet Nachrichten von dem Gebrauche des Pulvers und der Werkzeuge mit denen es sowohl zu Ernstfeuerwerken, welche im Kriege dienen, als zur Lust angewandt wird.

2. Das Pulver ist eine Vermischung von Salpeter, Schwefel und Kohlen. Von dem ersten hat es eigentlich sein ihm wesentliches Vermögen, wenn es entzündet wird, sich mit grossem Krachen und heftiger Gewalt auszubreiten. Da aber diese Wirkung von dem Salpeter nur ausgeübet wird, wenn sich brennbare Materien bey ihm befinden, so erhellet daraus die Nothwendigkeit der andern Zusätze. Diese Dinge müssen gereiniget und mit einander auf das genaueste vermischt seyn.

3. Wenn in der Zubereitung kein Unterschied ist, so wird sich ein Pulver von dem andern durch die Verhältniß der Materien, aus denen jedes bestehet, unterscheiden lassen, und das am schlechtesten seyn von welchem der Salpeter den geringsten Theil ausmacht. Man hat geglaubt, es dürfe zum groben Geschütze, wo es in grosser Menge verbraucht wird, schlechter gemacht werden als zum Handgewehr, daher Sieminenowicz (Ars magna artilleriae P. I. c. 14.) auf 100 Pf. Salpeter, bey jenem 25 Pf. Schwefel und soviel Kohlen, bey diesem 18 Pf. Schwefel und 20 Pf. Kohlen vorschlägt. Andere Schriftsteller geben andere Verhältnisse oder Pulversätze an. Zu Scheibenröhren oder Pürschröhren

ren wird das stärkste Pulver gemacht, wo sich nach Mieths Erfahrung (Geschützbeschr. II. Th. 40. C.) die genannten drey Ingredientien wie 16; 2; 3; verhalten sollen. Dieser Schriftsteller zeigt a. a. O. 41. 42. C. daß man mit Schaden zu den Stücken schlechter Pulver nimmt.

4. Die Probe des Pulvers kömmt darauf an, daß man die Gewalt mißt, die es nach seiner Entzündung ausübet. Maschinen, welche dieses thun, pflegen **Pulverproben** genennt zu werden, und zeigen ordentlich an, wie hoch eine gewisse Menge Pulvers eine gewisse Last hebet. Auf diese Art eingerichtet sind sie meistens von wenigem Nutzen. In Frankreich prüfet man das Pulver zuverlässiger dadurch, daß ein gewisses Gewicht davon eine gegebene Kugel aus einem gegebenen Mörser auf eine gewisse Weite werfen muß.

5. Wenn Pulver in einem verschlossenen Raume entzündet wird, so erzeuget sich Luft. Io. Bern. Op. N. I. §. 22. Eul. erl. Art. I. Cap. Man kann sich also die Wirkung des Pulvers als die Wirkung einer ungemein zusammengepreßten und sich plötzlich ausbreitenden Luft vorstellen.

6. Das beschriebene Pulver knallt, wenn es eingeschlossen gewesen ist. Ein Knallpulver in freyer Luft läßt sich aus Salpeter, Weinsteinsalz und Schwefel, in der Verhältniß 3; 2; 1; genau vermischt, machen, und thut seine Wirkung, indem es in einem eisernen Löffel auf glüenden Kohlen schmelzt.

7. Das

7. Das Pulver wirkt durch einen Stoß in den Körper, der ihm im Wege ist; und wenn es also z. E. eine Kugel forttreibt, so fliegt diese Kugel in einem Wege, den ein Körper nehmen kann, der einen Stoß bekommen hat, und zugleich alle Augenblicke von der Schwere senkrecht nach der Erde gezogen wird. Dieser Weg kann nur, wenn er lothrecht aufwärts oder niederwärts geht, eine gerade Linie seyn. In allen andern Fällen muß er krumm seyn, weil der Körper alle Augenblicke aus der Richtung, nach der er gehen wollte, durch die Wirkung der Schwere gebracht wird, wie Astr. 277.

8. Wenn man blos die beyden Kräfte des Wurfes und der Schwere in Betrachtung zieht, so ist der Weg eines geworfenen Körpers eine Parabel. Ihre eigentliche Beschaffenheit beruhet auf dem Winkel, den die Linie des Wurfes mit dem Horizonte macht, und auf der Geschwindigkeit, mit welcher der Körper fortzufliegen anfängt. Denkt man aber noch an den Wiederstand der Luft, so wird dieser Weg eine andere krumme Linie, mit deren Untersuchung und Anwendung zu gegenwärtigem Gebrauche die Mathematikverständigen noch jetzt beschäfftiget sind.

9. Stücken heißt man grosse Geschütze, aus welchen man Kugeln meistens horizontal, oder nach Linien, die nicht allzugrosse Winkel mit dem Horizonte machen, schießt, wo auch die Krümmung des Weges (6) nicht allzu beträchtlich ist: Aus Mörsern wirft man, nach Linien, die grössere Winkel mit

dem Horizonte machen, und der Weg ist da ein sehr merklich gekrümmter Bogen.

10. Beyde Geschütze unterscheiden sich auch durch die Länge, welche in Vergleichung mit der Weite bey jenen groß, bey diesen geringe ist. An des Mörsers Hintertheile befindet sich eine Kammer, eine engere lange Höhlung; in welche das Pulver kömmt. Stücken, die eben dergleichen haben, heissen Kammerstücken, von denen eine kurze und weite Art Haubitzen genannt, und mit zum Werfen wie Mörser gebraucht wird.

11. Die innere Höhlung eines Stückes heißt die Seele oder der Lauf. Seine Länge wird in drey Theile getheilt, die man das Bodenstücke, das Zapfenstücke, und das Mundstücke nennt. An dem mittlern befinden sich die Zapfen, mit welchen es auf der Laffette liegt, und die Delphinen oder Handhaben, mit denen es gehoben wird. Das Mundstück wird, damit es von der ausfahrenden Kugel nicht so leicht Schaden leidet, durch den Kopf verstärket, und das Bodenstück auserdem, daß es wegen der ersten Gewalt des Pulvers, die es aushält, am Metalle stärker seyn muß, durch die Traube schwerer gemacht. Die Zierrathen des Stückes, welche Reifen und Frisen genennt werden, dienen mit zum Gebrauche bey Richtung desselben.

12. Die gewöhnlichen Werkzeuge zum Laden des Stückes sind die Ladeschauffel, wo das Pulver damit eingeführt und nicht mit Patronen geladen wird, der Setzkolben und Wischkolben.

13. Der

13. Der Durchmesser von der Mündung des Stückes heißt der Caliber, und man drückt die Länge und andere Abmessungen der Stücke durch ihn und seine Theile aus. Man nennt aber auch jeder Kugel Durchmesser ihren Caliber, und der Caliberstab heißt ein Maaßstab, auf welchem die Durchmesser der Kugeln von verschiedenen Gewichte, wie damit geschlossen wird, verzeichnet sind. Der Unterschied unter den Calibern, des Stückes und der Kugel, die daraus geschlossen wird, heißt der Windraum oder Spielraum. Ich sehe nicht wie sich eine genaue Grösse dieses Spielraums mit Grunde bestimmen liesse. Die Artilleristen geben indessen eine Verzeichnung, ihn zu finden, an, die ich im Hamb. Mag. III. B. V. St. 2. Art. auf eine Berechnung zu bringen gelehrt habe.

14. Aus den Stücken pflegt man eiserne Kugeln und aus dem Handgewehr bleyerne zu schiessen. Aus den Mörsern und Haubitzen hat man wenigstens sonst steinerne geworfen. Daher wird zu diesem Geschütze noch jetzo der Caliberstab zu Stein gebraucht. Man sagt z. E. der Caliber eines Mörsers ist 3 Pf. Stein, wie man bey einer Canone sagen würde 4 Pf. Eisen.

15. Ist das Gewicht einer gegebenen Menge, z. E. eines Cubikfusses, einer solchen Materie bekannt, so läßt sich der Durchmesser einer Kugel daraus, die ein Pfund schwer wäre, berechnen. (G. 66. S. 5. Zus.).

Ex. Wenn 1 Cub. Fuß Eisen 558 Pf. wiegt (Hydrost. 51.), so ist in G. a. a. O. für eine Kugel,

die

die 1 Pfund wiegen soll, $S = \frac{1}{5\,5\,8}$ eines Cubikfusses und $d^3 = \frac{6}{5\,5\,8} \cdot 0,3183098 86 = 0,003422686$ daher $d = 0',150$ oder fast $0',151$ für den Durchmesser einer pfündigen Kugel in pariser Maaß und Gewicht. Man braucht aber bey den deutschen Feuerwerkern ordentlich nürnberger Maaß und Gewicht, dessentwegen ihnen Vergleichungstafeln dieser Dinge von verschiedenen Orten nützlich sind.

Der Durchmesser einer pfündigen Kugel läßt sich auch so finden. Man nehme eine Kugel, wie man sie bekömmt, nur daß sie so viel als möglich überall kugelrund ist, ihr Gewicht sey n Pfund, und ihr Durchmesser $= D$, der pfündigen Kugel Durchmesser heisse d, so ist (G. a. a. O.) $d = \sqrt[3]{\frac{D^3}{n}}$. Hier können D und n auch Brüche seyn. Z. E. eine Kugel von $7\frac{3}{4}$ Pf. hätte $2\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser, so wäre $D = \frac{7}{3}$, $n = \frac{3\,1}{4}$ und $d^3 = (\frac{7}{3})^3 \cdot \frac{4}{3\,1}$. Man kann hier bequem die Logarithmen brauchen.

Exempel. Der Durchmesser einer eisernen dreypfündigen Kugel halte von einem willkührlichen Maaßstabe 463 Theile. Man fragt wieviel solcher Theile der Durchmesser der einpfündigen hält?

$$3 \log 463 = \log D^3 = 7,9967430$$
$$\log 3 = \log n = 0,4771212$$
$$3 \log d = \log d^3 = 7,5196218$$
$$\log d = 2,5065406$$

giebt $d = 321,0$.

Die

Die Abmessungen sind von einem Caliberstabe nach nürnberger Maaß und Gewichte genommen. Ein Zoll darauf hält 151 Theile des angenommenen Maaßstabes. Also der einpfündigen Kugel Durchmesser ohngefähr $2\frac{1}{8}$ Zoll. Man begreift daß die Beschaffenheit und Zubereitung der Materie, z. E. ob es gegossenes oder geschmiedetes Eisen ist, etwas ändern kann.

Bey einer Kugel, die man wirklich vor sich hat, mißt man den Durchmesser mit einem Tasterzirkel, oder man legt sie auf eine horizontale Ebene, und eine Linial wagrecht über sie, dessen Höhe alsdenn ihr Durchmesser ist.

16. Wenn der Durchmesser einer pfündigen Kugel = 1000 gesetzt, d. i. in soviel gleiche Theile getheilt wird, so ist sein Würfel Tausend Millionen, und der Würfel des Durchmessers einer zweypfündigen Kugel = 2000000000 (G. 66. S. 2. Z.) also dieser Durchmesser selbst = 1259. Eben so der Durchmesser der dreypfündigen, $= \sqrt[3]{3000000000}$ = 1442 u. s. w. So lassen sich die Durchmesser der Kugeln von mehr Pfunden, in Tausendtheilen des Durchmessers der einpfündigen ausdrücken. Hat man also den letzterwähnten auf diese Art eingetheilet (G. 32. S. 5. Anm.), so kann man die übrigen darauf abtragen, und so den Caliberstab (12) verfertigen. Dieses kann für jede der drey Materien (14) geschehen, und weil man diesen drey Maaßstäben noch einen eingetheilten Zollstab bey-

beyfüget, so bekömmt der Caliberstab die Gestalt eines viereckichten Prisma, das auf jeder Seite eine dieser Abtheilungen zeiget. Es ist auch leicht zu finden, wie man auf eben diese Art die Durchmesser für Theile von Pfunden verzeichnet. Z. E. die Hälfte des Durchmessers von 1 Pf. giebt den von 4 Loth weil 4 Loth $= \frac{1}{8}$ Pf.

17. Der Mörser (8) bestehet aus dem Kessel oder Laufe, darein das was geworfen werden soll, geladen wird, der Kammer, welche das Pulver enthält, und dem Boden oder Stosse. Nachdem er Schildzapfen in der Mitten, oder unten hat, heißt er ein hangender oder ein stehender. Fuß- oder Schemelmörser haben gar keine Schildzapfen.

18. Man wirft aus den Mörsern Bomben, oder hohle eiserne Kugeln, die mit Pulver gefullt sind, und im Mundloche eine hölzerne Röhre haben, die mit einem besondern Brande gefüllt wird. Das Werfen geschieht mit zwey Feuern oder sicherer mit einem, nachdem die Brandröhre besonders zuerst, oder erst von dem Pulver, das die Bombe forttreibt, entzündet wird. Die Granaten sind von den Bomben nur der Grösse nach unterschieden.

19. Die Verschiedenheit der Stücke bestehet vornehmlich in ihrer Länge mit der Weite verglichen, und der Schwere oder eisernen Kugeln, die sie schiessen. Man nennt die, welche in Vergleichung ihrer Weite kurz sind, Carthaunen; die

langen

längen Schlangen. Folgende Tafel stellt dergleichen Abtheilungen vor. A bezeichnet die Nahmen der Stücken, B die Länge des Rohrs, C das Gewicht der eisernen Kugel, die es schießt, D das Gewicht der Kugel, darnach es gebohret wird, daß also der Unterschied zwischen C und D den Spielraum (12) giebt, E das Gewicht des ganzen Stücks nach nürnbergischen Centnern von 100 Pf. F die Menge der Constabler, G der Handlanger, H der Pferde; die dabey nöthig sind. Die Ladung an Pulver ist bey Carthaunen das halbe Gewicht der Kugel, bey Schlangen $\frac{2}{10}$. Es kömmt aber hier auf die Güte des Pulvers an.

A	B	C	D	E	F	G	H
Gantze Carthaune	18 Cal.	48 Pf.	54 Pf.	90 Cent.	4	12 biß 16	24
Drey Viertel-Carthaune	20	36	40	78	4	12 biß 14	20
Halbe Carthaune	24	24	27	50 biß 60	3	10 biß 12	16
Viertel-Carthaune	22	12	14	28 biß 36	2	6 biß 8	8 biß 10
Achtel-Carthaune	17	6	7	19 biß 20	1	3 biß 4	6
Regiment- oder Viertel-Feld-Stücke	14. 16 biß 18	3 biß 4	4 biß 5	6 biß 9	1	2 biß 4	4 biß 6
Gantze Feld-Schlange	30	18	21	50	3	9 biß 10	14
Halbe Feld-Schlange	36	9	10	30	2	6	3 biß 10
Viertel- oder Quartier-Feld-Schlange	34	4 biß 5	6 biß 7	25	1	4	5 biß 6
Falckaune	27	6	7	25	1	4	6
Falckonet	35 b. 36	2 biß 3	$2\frac{1}{2}$ b. $3\frac{1}{2}$	10 biß 12	1	2	8 biß 4
Halbes Falckonet	38	1	$\frac{17}{6}$	6 biß 7	1	1	2
Serpentinel	40	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{6}$	$4\frac{1}{2}$		1	2

20. Die Länge des Stückes nach der Theorie bestimmt müßte so groß seyn, daß sich alles Pulver erst in dem Augenblicke völlig entzündet hätte, da die Kugel zur Mündung herausfährt. In einem kürzern Stücke bekömmit die Kugel nicht allen Stoß, den ihr das Pulver geben könnte, und in einem längern verliert sie von der Bewegung, die dieser Stoß ihr eindrückte, unnöthiger Weise etwas durch das Reiben in des Stückes Seele. Io. Bern. Op. T. III. n. 135. p. 20. und Heinsius de iustae tormentorum longitudinis ex principiis mechanicis determinatione. Lipſ. 1734. Aber diese Länge wird wegen des mehrern Metalles, das sie erfoderte, und wegen der grössern Last, die sie den Stücken gäbe, und sie dadurch auch beym Gebrauche selbst unbequemer machte, nicht beobachtet.

21. Die Richtung der Stücke und Mörsel geschieht durch Werkzeuge, wo Bogen in Grade eingetheilet, vermittelst eines Perpendikels den Winkel bestimmen, den die Axe der Seele mit dem Horizonte macht. Man nennt den **Kernschuß**, wenn das Stück horizontal gerichtet ist, den **Bogenschuß**, wenn es über die Horizontallinie erhöhet ist, und besonders den **Visirschuß**, wenn es bis in den ersten Grad erhöhet worden, aber den Bogenschuß nach der **höchsten Elevation**, wenn es in 45 Gr. erhöhet worden. Ohngefähr einen Begriff von der Weite der Schüsse zu geben, kann nachfolgende Tafel dienen:

Nahmen des Geschützes.	Weite des Kern-Schusses.	Weite des Bogen-Schusses von 45.
Gantze Carthaune	500 Schritte	6000 Schritte
Halbe Carthaune	420	5070
Viertel-Carthaune	370	4400
Regiment-Stücke	320	3600
Viertel-Feldstücke	etwas weniger	etwas weniger
Gantze Schlange	600	7140
Halbe Schlange.	450	5370
Viertel-Schlange	350	4180
Falckonet	280	3320
Halbes Falckonet	206	2450
Serpentinel	160	1870

22. Ginge der geworfene Körper in einer Parabel (7), so würde er bey ungeänderter Kraft des Stosses am weitesten fliegen, wenn er nach 45 Gr. geworfen wird, d. i. er würde alsdenn in die Horizontallinie durch den Punct, aus dem er geworfen wird, am weitesten von diesem Puncte wieder kommen; und für Winkel, die gleichviel über und gleichviel unter 45 Gr. sind, wären die Würfe gleich groß. Auch könnte man aus einem solchen Wurfe in gegebener Erhöhung die übrigen in andern Erhöhungen finden, wenn die Kraft des Wurfes, d. i. die Ladung einerley bliebe; Ja es liesse sich auch die Aufgabe auflösen, einen gegebenen Ort, über oder unter der Horizontallinie durch die Stelle des Wurfes, zu treffen. Daher haben sich die Mathematikverständigen mit dieser parabolischen Theorie des Wurfes, die wir zuerst dem Galiläus zu danken haben, zum Gebrauche der Artillerie sehr beschäfftiget.

get. Blondels Kunst Bomben zu werfen; Halleys discourse concerning gravity &c. Misc. Cur. Vol. I. Amarus a Lapide (*Com. Herberstein*) de machinis pro rei torment. incremento &c. tractandis. Birnbaums Artillerie 50 u. f. S. u. a. m. Belidor erzählt, im Bombardier Francois, Versuche, welche mit dieser Theorie, und den darnach von ihm berechneten Tafeln genauer, als man erwarten sollte, übereinstimmen. Andere Versuche, welche aber hievon nichts entscheiden, findet man im Hamb. Mag. IIII. B. 4. St. 3. Art.

23. Man hat nähmlich geglaubt, der Wiederstand der Luft könne deßwegen aus der Acht gelassen werden, weil sie in Vergleichung mit den Materien der Kugeln und Bomben sehr dünne ist. Aber die Bombe muß in ihrem Fluge eine sehr grosse Menge dieser dünnen Materie sehr schnell aus dem Wege treiben, und daraus wird begreiflich, daß ihre Bewegung merklich anders werden muß, als wenn dieser Wiederstand nicht vorhanden wäre. Euler Mech. L. I. c. 6. und erläut. Art. 2. Capitel. Hieher gehören auch Herrn Sulzers Erfahrungen; Mem. de l'Ac. de Pr. 1755. p. 104.

24. Umständlichere Nachrichten von der Artillerie muß man in eigenen davon geschriebenen Büchern suchen. Unter den Deutschen sind vornehmlich Mieths Geschützbeschreibung, Buchners Theoria & Praxis Artilleriae; und Siemienowicz Geschützkunst bekannt. Der letztere hat besonders von den Lustfeuerwerken ausführlich gehandelt, und Frezier

Traité des feux d'artifice ist eine Art eines Auszuges davon. Eulers erläuterte Artillerie, enthält in einer Uebersetzung von Robins englischem Werke, und in beygefügten Anmerkungen, was die Theorie bisher hat lehren können, die Gewalt des Pulvers zu messen und den Weg der Kugel in der wiederstehenden Luft zu bestimmen. Herr Euler hat diesen Weg zu finden vollständiger Mem. de l'Ac. de Prusse 1753; p. 321. gelehrt. Nach den dasigen Formeln hat Herr Henning Friedrich Reichs-Graf von Graeveniz Tafeln berechnet, und solche in einer deutschen akademischen Abhandlung von der Bahn der Geschützkugeln bekannt gemacht, die er in Begleitung Herrn Pr. Karstens d. 19. März 1764. zu Bützow öffentlich vertheidigt.

Von der Fortification.

1. Die Absicht der Kriegsbaukunst ist, zu zeigen, wie ein Ort dergestalt könne befestiget werden, daß sich darinnen wenig gegen viel, die ihn belagern, mit Vortheile wehren können.

2. Da man sich hiebey nothwendig nach der Art des Angriffes zu richten hat, so müssen die Werker einer Festung die Gewalt des groben Geschützes wenigstens eine Zeitlang aushalten können, selbst aber so beschaffen seyn, daß man von ihnen die Belagerer mit grobem Geschütze beschädigen kann. Die Besatzung muß soviel als möglich vor allen Arten des feindlichen Feuers bedeckt seyn, und gegentheils sollen die Belagerer für sich um die Festung herum keine Bedeckung finden. Daher soll um die Festung kein erhabener Ort seyn, der sie beschiessen, und nicht selbst von ihr beschossen werden könnte, und hohle Wege, u. d. g. worinnen sich die Belagerer vor dem Feuer aus der Festung decken können, werden für nachtheilig gehalten.

3. Die Theile der Festung sollen so gegen einander liegen, daß nach den Belagerern, wenn sie in einen Theil mit Sturm eindringen wollten, von einem oder mehr benachbarten kann geschossen werden. Von jenem Theile sagt man alsdenn, er werde von diesem vertheidiget. Man verlangt, daß diese Vertheidigung mit Musketenfeuer soll

geschehen können, weil solches geschwinder und wohlfeiler ist als das Stückfeuer, auch das letztere bey einer solchen Nähe destomehr Wirkung hat, und man dabey mit Nutzen Cartätschen gebrauchen kann.

4. Man rechnet für die Weite eines Musketenschusses, der nach keinem gewissen Ziele gehen soll, ohngefähr 60 rheinländische Ruthen, und dieses bestimmt also ohngefähr, wie weit die Werke von einander liegen dürfen, die einander vertheidigen sollen.

5. Wenn man eine Festung in einer Ebene anlegt, wo alles ringsherum auf einer Seite wie auf der andern beschaffen ist, so hat man keinen Grund einen Theil stärker zu befestigen, als den andern. Der Feind würde sich sonst an den schwächsten machen, wofern er selbigen erfahren könnte, und des stärkern Befestigung wäre unnütz. Giebt es aber wo die Festung angelegt werden soll, Stellen die ihrer natürlichen Beschaffenheit nach einem feindlichen Angriffe mehr ausgesetzt, oder auch gegentheils vor selbigem sicherer sind als die andern, so erfodern dieselben andere Befestigungen. Dieses gibt den Unterschied der Fortification in die Regulåre und Irreguläre. Man macht von jener, als der leichtern, den Anfang und setzt also, der Platz, den man befestigen soll, werde in eine reguläre Figur (Geom. 18. Erkl.) eingeschlossen, wo an jeder Seite und an jedem Winkel alles auf einerley Art gemacht wird.

6. Man

6. Man wirft um den Platz, den man befestigen will, einen Wall von Erde auf, weil selbiger die Stückschüsse besser aushält als eine Mauer, bequemer Stücke auf sich pflanzen läßt, und doch dabey weniger kostet. Ueberdem würde man jetzo vergebens versuchen, einen Ort durch die Höhe der Mauern vor dem feindlichen Feuer zu decken, da sie die Bomben nie abhalten können.

7. Die Erde zum Walle wird aus einem Graben genommen, den man um die Festung aushöhlet, und der sie nebst diesem ökonomischen Vortheile noch vor dem Anfalle sicherer stellt. Der Raum des Grabens wird also durch die Grösse des Walles bestimmt werden, wenn man beyde aus ihrer gegebenen Figur berechnet, und in Betrachtung ziehet, daß die Erde der Festigkeit wegen im Walle dichter zusammengetrieben werden muß, als sie im Graben war.

8. Den hohen Theil des Walles, der die Besatzung und die Stücke vor dem feindlichen Feuer bedecken soll, nennet man die Brustwehre (parapet). Er wird also 6 bis 7 F. hoch und Canonenschüsse auszuhalten 20 bis 24 F. dicke gemacht. Damit bequemer über sie kann gefeuert werden, ist sie gegen das Feld 2 bis 3 F. niedriger als gegen die Stadt. Für das grobe Geschütze wird sie mit Schießscharten durchbrochen. Unten an ihr befinden sich eine oder zwo Stufen (Banquets) 3 Fuß breit, $1\frac{1}{2}$ hoch, auf welche die Soldaten beym Feuern treten.

9. Die 1. Fig. stellt den Durchschnitt oder Profil eines Walles vor, wie ihn eine Fläche machen würde, die auf den Horizont lothrecht, und auf eine Seite des regulären Vielecks (5) senkrecht stünde. Cb ist eine Horizontallinie, über die sich der Wall bey CP, PA, erhebt. AI heißt der **Wallgang** (terreplein) die Gegend des Walles, welche durch die Brustwehre bedeckt wird; FH; KI; sind zweene Banquets; LO ist die abhängende Oberfläche der Brustwehre; von O bis N geht die äusere Fläche des Walles (Escarpe) schief nach dem Graben zu, der sich unter der Linie Nb befindet. An einem solchen Profile kann man die Höhen und Breiten der Werke vermittelst der gezogenen Perpendikel abnehmen; so ist ES des Wallgangs und LW der Brustwehre Höhe über den Horizont, folglich LW – ES der Brustwehre eigene Höhe über den Wallgang; DS die Breite des ebenen Wallgangs, die wegen der Stücke 24 bis 30 Fuß ist; u. s. w.

10. Der Wall wird auf beyden Seiten abhängig, weil die Erde sonst nicht zusammenhalten würde. Daher ist die äusere Schräge oder Böschung MN nachdem das Erdreich gut, mittelmässig oder schlimm ist; $\frac{1}{2}$; $\frac{2}{3}$ der Höhe des Walles, oder auch der ganzen Höhe gleich. Die innere Böschung DC wird, damit man bequemer hinauf kommen kann, auch wohl bey gutem Erdreiche der Höhe gleich gemacht. Wird aber das Erdreich mit einer Futtermauer eingefaßt, wie die Figur an-

annimmt, so rechnet man nach den angegebenen Verschiedenheiten des Erdreichs einen Schuh Böschung, für 6; 5; 4; Fuß der Höhe. Das Mauerwerk selbst bekömmt $\frac{1}{5}$; $\frac{1}{6}$; auch wohl $\frac{2}{5}$ seiner Höhe zur Böschung.

11. Man hat die Absicht, den Feind, der sich um die Festung herum lagern wollte, so viel als möglich mit Stückschüssen vom Walle zu hindern. Daher darf der Wall nicht allzuhoch gemacht werden, weil sonst der Feind bald unter die Stücke rücken, und Stellen bey der Festung einnehmen würde, wo ihn die Stücken nicht mehr beschädigten; auch weil Schüsse in die Tiefe theils nicht so zuverlässig sind, theils auch zu bald in das Erdreich eindringen, an statt daß horizontalere Schüsse über der Erde wegstreichen, rasiren und so mehr Schaden thun.

12. Wollte man den Wall blos nach den Linien eines Vielecks führen, so könnte keine Seite und kein Ort den andern vertheidigen (3). Man legt also in den Winkeln des Vielecks Werke an, die über diese Winkel herausgehen, und eine solche Vertheidigung leisten können. Sie heissen Bollwerke (Bastions). Die 2. F. stellt den Umriß eines Ausschnittes aus einem solchen regulären Vielecke vor, wie in (5) erwähnt wurde; man sieht da nähmlich die Lagen der Linien auf dem Horizonte, längst denen die Werke über ihnen aufgeführet werden, doch ohne die Dicke der Werke anzugeben. I, ist der Mittelpunct des Vielecks, oder des Kreises,

ses, in den es sich beschreiben liesse. DC; CN; sind ein paar Seiten davon; an deren Winkel C sich das Bollwerk EFANO befindet. Es bestehet aus zwo Facen oder Gesichtslinien FA; AN; die in der Bollwerksspitze A den Bollwerkswinkel FAN machen; und zweene Flanken oder Streichen FE; NO; der Halbmesser IA halbirt dieses Bollwerk, und eben so ist BQH ein anderes halbes Bollwerk, dessen Gesichtslinie BQ; die Streiche QH ist. Die Betrachtung der Figur zeigt gleich, daß auf diese Art, die Gesichtslinie AF von der Streiche QH; und eben so AN von der Streiche des halben Bollwerks, das sich bey MK zeiget, vertheidiget werden kann. Dieses zeigt, wie man auf diese Gestalt der Bollwerke gekommen ist. Wären gar keine Bollwerke, sondern nur die Linien DC; CM; vorhanden, so könnte der Ort C von keinen benachbarten vertheidiget werden. Hätte man bey C blos die Streichen FE; NO; angelegt, und solche z. E. mit einer geraden Linie von F nach N geschlossen, so würden die, welche sich an dieser geraden Linie befänden, und daselbst eindringen wollten, durch keine Schüsse von den benachbarten Theilen können beschädiget werden, wofern diese benachbarten Theile eben so gebildet wären.

13. Das Stück Wall EH von einem Bollwerke biß zum andern, heißt der Mittelwall (Courtine).

14. Die

14. Die Facen sind die schwächsten Theile der Festung, dem feindlichen Feuer am meisten ausgesetzt, und ihr Gebrauch kann vornehmlich nur seyn dem Feinde durch Stückschüsse in der Ferne Schaden zu thun. Dieserwegen macht man sie nicht gern über 30, und doch, damit Stücken auf sie können gepflanzt werden, nicht unter 24 Ruthen.

15. Bey den Flanken ist die Grösse vortheilhafter, da sie zur Vertheidigung der gegenüberstehenden Facen dienen. Ein Flank FE; ist zu Erhaltung dieser Absicht am geschicktesten, wenn er mit der gegenüberstehenden Face BQ Verlängerung rechte Winkel macht. Man nennt diese Verlängerung die Defenslinie, und setzt zum voraus, daß Schüsse mit ihr parallel gehen müssen, welche die Face beschützen sollen. Die Richtungen dieser Schüsse müssen aber auf den Flank FE senkrecht seyn. Denn Schießscharten lassen sich nicht wohl schief in die Brustwehre schneiden ohne solche baufällig zu machen, und das Musketenfeuer ist auch nicht wohl in Ordnung zu erhalten, wenn die Soldaten das Gewehr nicht senkrecht auf die Länge der Brustwehr anlegen sollten. Ueberlegt man dieses, so erhellt, daß von FE, wenn diese Linie auf die Verlängerung von BZ senkrecht stehet, soviel Schüsse auf die beschriebene Art können gethan werden, als von jeder andern Linie, die sich auch von F anfinge; aber auf die Defenslinie schief stünde. Die letztere würde also ohne Nutzen, ohne stärkere Vertheidigung zu

geben,

geben, länger werden. Solchergestalt soll jede Linie auf die, welche von ihr beschützt wird, senkrecht stehen. Teyler in Archit. mil. führt diese Betrachtungen weiter aus.

16. Damit die Flanke dem feindlichen Geschütze nicht sogleich ausgesetzt ist, pflegt man ohngefähr $\frac{2}{3}$ davon von der Courtine an zurechnen, zurückzuziehen (flancretiré), auch wohl dieses zurückgezogene Stück einwärts zu krümmen. Das Stück zunächst an der Face, das alsdenn den zurückgezogenen Theil bedeckt, heißt Orillon.

17. Durch die Spitzen der Bollwerke B; A; K; geht ein anderes Vieleck, welches dem durch D; C; M; ähnlich ist. In der Befestigungskunst, heißt jede Seite eines solchen Vielecks ein Polygon, und zwar BA der äusere, DC der innere, IA der grosse Radius, IC der kleine, beyder Unterschied CA die Capitallinie; EC; CO; Kehllinien (demigorges).

18. Wenn die Courtine EH von der verlängerten Face AF in G geschnitten wird, so heißt AG die kleine oder streichende Defenslinie (ligne de defense flanquante), aber AH von der Bollwerksspitze an den Ort wo die gegenüberstehende Flanke mit der Courtine zusammenstößt, die beständige (fichante); das Stück Courtine HG, die Nebenstreiche (second flanc), weil man von dar, obgleich schief, die Face FA beschützen kann (15).

19. AH soll nicht über 60 R. seyn (4), Vauban erlaubet bis 75.

20. Was

20. Was Polygonwinkel und Centriwinkel sind, lehret die Geometrie (23. S. 13. Z.). Der Bollwerkswinkel ist oben erklärt (12) AHE (18) heißt der Streichwinkel (angle flanquant) und GAB (18; 17;) der kleine (diminué) AFE (12) der Schulterwinkel (angle d'epaule).

21. Um den Fuß des Walles pflegt ein Gang oder breiter Rand geführt zu werden, theils darauf unten um den Wall zu kommen, theils auch die Erde aufzuhalten, welche vom Walle abgeschossen wird, daß sie nicht in den Graben fällt und solchen ausfüllt. Er heißt Berme, und wenn man ihn mit einer Brustwehre versieht Faussebraye oder Unterwall. Damit man von der Faussebraye die Gegend jenseits des Grabens beschiessen kann, wird sie etwas erhöht gemacht, und durch einen schmahlen Graben von dem Walle abgesondert, damit die Erde, welche Stückschüsse vom Walle losmachen, nicht denen, die sich in ihr befinden, beschwerlich ist.

22. Blos die nöthige Erde zu liefern (7) könnte der Graben tief und schmahl gemacht werden. Man macht ihn aber lieber breit und nicht so tief. Es ist alsdenn dem Feinde beschwerlicher darüber zu kommen, und die Schüsse von den Werken der Festung rasiren ihn besser (11). Seine Tiefe setzt man insgemein zwischen 1 und 2 Ruthen, die Breite muß mehr als die Länge der größten Bäume betragen, und also über 8 bis 12 Ruthen seyn, damit der Feind nicht mit leichter Mühe

eine

eine Gallerie, eine Brücke über den Graben schlagen kann.

23. In dem Graben legt man Ausenwerke an, den Feind lange von der Festung entfernt zu halten, seine Macht durch Bestürmung derselben zu brechen, und die Hauptwerke (12; 13;) zu decken. Sie müssen von den Hauptwerken können beschützet und selbst beschossen werden, damit der Feind, wenn er sie ja eingenommen hätte, doch in ihnen so wenig als möglich vor Schüssen aus den Hauptwerken sicher ist. Die brauchbarsten unter ihnen sind der Ravelin, welcher bloß zwo Facen hat, und der halbe Mond, der zugleich mit kurzen Flanken versehen ist.

24. Um den Graben wird ein bedeckter Weg (chemin couvert) geführet, den eine Brustwehre bedeckt, deren Abdachung sich im freyen Felde verlieret. Sie heißt Glacis oder Esplanade, und alles zusammen Contrescarpe (9). Quer über den bedeckten Weg, auch wohl über den Wallgang werden Brustwehren (traverses) gelegt, dahinter sich die Vertheidiger noch halten können, wenn der Feind schon in diese Werke eingedrungen seyn sollte. Unter dem Glacis und andern Werken legt man in der Erde Caponieres, Gänge an, die überwölbt, oder mit Holz bedeckt und mit Erde so stark überschüttet sind, daß sich die Soldaten dahin begeben können, vor den Bomben sicher zu seyn.

25. Minen

25. Minen heissen unterirdische Gruben, darein Pulver gebracht wird, durch dessen Entzündung die darüber befindlichen Werke in die Luft zu sprengen. Sie werden von den Belagerern gebraucht, sich eine Oeffnung und einen Eingang in die Festung zu verschaffen. Contraminen sind gewölbte Gänge unter den Facen, die zu dem Ende angelegt werden, damit man des Feindes Stürme desto leichter entdecken kann.

26. Nachdem ein Ingenieur die Absichten der Vertheidigung auf diese oder jene Art am besten hat zu erreichen geglaubt, ist von ihm diese oder jene Anordnung der Werke in Absicht auf ihre Lage gegen einander, die Verhältniß ihrer Theile, die Aussenwerke u. s. w. beliebt worden. Dieses zeigt den Ursprung der verschiedenen Manieren zu fortificiren, die sich in allgemeine Classen abtheilen, oder auch von besondern Schriftstellern angegeben sind. Sturms Architectura militaris hypothetica; Nürnb. 1720. lehret diejenigen mit Beurtheilung kennen, die bis dahin sind erfunden gewesen, und die nachfolgenden lernet man entweder aus den Schriften ihrer Erfinder, oder aus solchen, die sie gesammlet haben; dergleichen sind Hederich Vorübungen der Baukunst; Anweisung zur Kriegsbaukunst, Berl. 1757. u. a. m.

27. Die irreguläre Fortification (5) läßt sich in keine allgemeine Regeln einschliessen; Man sucht bey ihr die Verhältniß der Linien und Winkel, die man bey der regulären festgesetzt hatte, so wenig

als

als möglich zu verlassen, und sich die Beschaffenheit und Lage der Gegend so gut als es sich thun läßt, zu Nutze zu machen.

28. Einen Paß, einen Rückzug, ein Lager zu versichern u. s. w. werden Feldschanzen aufgeworfen, die nicht die Grössen ordentlicher Festungen haben, übrigens aber nach eben den Regeln zu beurtheilen sind, nur daß sie keine ordentliche Belagerung auszuhalten brauchen.

29. Von dem Angriffe und der Vertheidigung einer Festung muß man sich aus ausführlichern Beschreibungen und Zeichnungen die nöthige Kenntniß erwerben.

Von

Von der bürgerlichen Baukunst.

1. Die Civilarchitectur lehret ein Gebäude so anzugeben, daß es mit den Absichten des Bauenden übereinstimmt.

2. Man fodert von einem Gebäude vornehmlich dreyerley. Es soll bequem oder so eingerichtet seyn, daß sich die Verrichtungen, für die es bestimmt ist, darinnen ungehindert vornehmen lassen; es soll feste seyn, oder durch den Gebrauch, und die äuserlichen Dinge, denen es ausgesetzt ist, nicht sobald können verschlimmert und unbrauchbar gemacht werden; es soll endlich auch schön seyn, oder das Auge beym Anschauen ergötzen.

3. Wer ein Gebäude bequem anlegen will, muß von den Verrichtungen, die darinnen vorgenommen werden sollen, die nöthige Kenntniß haben. Daher schränkt man sich hiebey in der allgemeinen Abhandlung der Baukunst nur auf die gewöhnlichsten Wohngebäude ein, wo man den Gebrauch, zu dem sie bestimmt sind, leicht übersehen kann. Hiebey kömmt es nun sowohl auf die Eintheilung des Platzes, als auf die Lage der Theile des Gebäudes gegen einander an.

4. Die Festigkeit beruhet zum Theil auf der Beschaffenheit des Bauzeuges. Und diese Untersu-

chung gehörte eigentlich für den Naturforscher, der Baumeister aber kann hievon das meiste aus der Erfahrung annehmen. In so fern die schweren Theile des Gebäudes so mit einander zu verbinden sind, daß das Gebäude nicht seiner Last wegen einfällt, sondern vielmehr diese Theile durch gegenseitige Wirkungen einander erhalten, wie bey Gewölbern, Hängwerken, u. s. w. gehört die Betrachtung der Festigkeit für den Mathematikverständigen. Aber was sich hievon wegen des Drucks der Gewölber u. d. g. sagen läßt, und selbst das blos geometrische, z. E. was die Gründe von den Figuren der Gewölber und Gewölbsteine betrifft, übersteigt meistens die Einsichten gemeiner Baumeister.

5. Vermöge der Erfahrung sind die vornehmsten Quellen der Schönheit, Ordnung und gute Verhältnisse. Beyde müssen sich leicht wahrnehmen lassen, und doch nicht gar zu einfach seyn; ohne Zweifel weil das Vergnügen in einer Beschäfftigung der Seele bestehet, die gleichwohl die Kräfte nicht allzustark anstrenget.

6. Zu der Ordnung gehöret, daß die mittlern Theile einer Sache auf beyden Seiten um sich ähnliche Lagen haben. Dieses wird die Eurythmie oder Symmetrie genannt. Man muß sie bey einem Gebäude nicht nur im Ganzen, sondern auch in einzelnen Theilen anbringen, wofern

fern diese einzelne Theile ohne das Ganze betrachtet werden.

7. Die Verhältnisse (5) müssen dem Augenmaasse kenntlich seyn, und folglich sich durch kleine Zahlen ausdrücken lassen; dergleichen die Verhältnisse der Einheit zu 2; 3; 4; 5; 6; imgleichen die 2:3; 3:4 u. s. w. sind. Es ist aber, besonders wegen wesentlicherer Umstände als die blosse Schönheit ist, oder auch wenn verschiedene Regeln der Schönheit nicht alle zugleich können beobachtet werden, in Kleinigkeiten verstattet davon abzuweichen. Was für einem Theile der Sache übrigens jede Zahl der Verhältniß zukömmt, geben die Umstände leicht.

Bey einem Fenster muß die Höhe grösser seyn als die Breite. Will man also die Verhältniß 1:2 bey ihm anbringen, so gehört die Zahl 1 für die Breite und 2 für die Höhe. Wird ein Fenster, das z. E. gerade über der Hausthüre ist, damit es über dieser besser aussieht, oder aus andern Ursachen, breiter gemacht als die übrigen in eben der Reihe, so kann man bey ihm die Verhältniß 1:2 nicht beobachten, weil es übel lassen würde, wenn es höher seyn sollte als die benachbarten; Man wählt also nun die Verhältniß 2:3 und macht sich auch kein Bedenken von dieser um etwas weniges abzuweichen, wenn es die wichtigere Regel der Schönheit, daß die Fenster gleich hoch seyn sollen, erfodert.

8. Auser der Eurythmie und Verhältniß bey den wesentlichen Theilen des Gebäudes wird seine Schönheit auch noch durch Zierrathen erhöhet, welche man auserwesentlich nennet, wenn sie eigentlich zu den beyden übrigen Absichten (2) nichts beytragen. In diesem Falle müssen sie nicht allzuhäufig seyn, sonst würde selbst ihre Menge dem Auge, das sie nicht vollkommen übersehen könnte, beschwerlich fallen.

9. Das Dach eines Gebäudes, oder andere Lasten zu tragen, bedienet man sich gewisser Stützen, die, wenn sie rund sind, Säulen, wenn sie eckicht sind, Pfeiler genannt werden. Eine solche Stütze besteht in allen zusammen aus drey Hauptttheilen: Sie sind 1. Figur das Postement BA welches zur Erhöhung der Säule selbst, AD als des zweyten Theiles dienet, und das Gebälke oder Hauptgesimse EF, welches die Balken vorstellt, so von der Säule getragen werden.

10. Wenn man sich mitten durch die ganze Säule eine lothrechte Axe vorstellt, so heißt die Auslaufung jedes Theiles, wie weit er sich von dieser Axe erstreckt. Es ist klar, daß diejenigen Theile mehr Auslaufung als die andern haben müssen, auf denen andere ruhen, oder von ihnen bedeckt werden.

11. Der Zierlichkeit, und anderer Absichten wegen setzt man jeden der erwähnten drey Theile (9) wieder aus drey andern zusammen. Zum Postemente gehören das **Fußgesimse** BG; der **Würfel** GH; das **Postementgesimse** HA. Stellt man sich vor, unter einen Baum AD den man aufrichtete eine Last, z. E. das Dach eines Hauses zu unterstützen, würde, ihn vor der Fäulniß und andern Beschädigungen, die ihm gleich an der Erde wiederfahren könnten, zu verwahren, ein würflichter Stein GH gesetzt; so könnte man diesen Stein selbst auf einem breitern Grundsteine ruhen lassen, und vor dem herabfallenden Regen und Schnee mit einer Bedeckung versehen. Jener würde das Fußgesimse, dieser das Postementgesimse werden. Beyde haben deßwegen über den Würfel Auslaufung (10), der Würfel wird so breit als hoch gemacht.

12. An der Säule selbst befinden sich: das **Schaftgesimse** AI; der **Schaft** selbst IK, und der **Knauf** oder das **Capital** KD. Man kann sich wiederum bey dem ersten einen Stein, der unter den Stamm gelegt würde, und bey dem letztern eine Bedeckung des Stammes vorstellen. Der Witz der Baumeister sucht bey diesen Dingen verschiedene Aehnlichkeiten auf, die sie etwa mit einem Baume haben sollen, aus dessen Gebrauche bey der ersten groben Bauart (u) durch mehrere Aus-

Auszierungen unserer Säulen entstanden seyn möchten.

13. Des Gebälkes Theile sind: der Architrab EL; er stellet einen Querbalken vor, der nach der Breite des Hauses über der Säule, die vorne etwa beym Eingange des Hauses stünde, gelegt würde; der Frieß MN, bey dem man an die Köpfe der Balken denken kann, die über vorerwähnten Querbalken liegen, und hinterwärts in das Haus gehen; und der Karnies OF, welcher nebst der Dachrinne Zielen abbildet, die zur Bedeckung auf alles dieses genagelt werden, und also über alles andere Auslaufung haben muß.

14. Damit alle diese Theile ein besseres Ansehen bekommen, setzt man sie aus kleinern Stücken zusammen, die man Glieder nennt. Die Zeichnung der Glieder, oder eigentlich ihres Durchschnittes, den eine Fläche durch die Axe der Säule macht, soll sich mit Zirkel und Lineale bewerkstelligen lassen. Sie müssen also entweder gerade seyn, da man sie Platten, Bänder, u. s. w. nennt, oder von Kreisbogen begränzt werden. Die letztern heissen, wenn sie erhaben sind; Stäbe, wofern sie von einem halben Kreise, Viertheilsstäbe, wofern sie nur von einem Bogen begränzt werden. Die ausgehöhlten heissen Hohlkehlen, und die zugleich erhaben und ausgehölt sind, Karniese. Oefters werden auch zwey platte Glieder durch eine kleine

Aus-

Aushöhlung an einander gehenket, die man einen Ab- oder Anlauf heißt.

15. Noch andere Zierrathen an den Säulen sind die Triglyphen, Kälberzähne, Kragsteine, Blätter und Schnecken.

16. Nachdem bey einer Säule der Durchmesser wenig oder vielmahl in der Höhe enthalten ist, wird sie stärkere oder geringere Lasten zu tragen vermögend seyn, und zugleich ein stammhafteres oder ein zierlicheres Ansehen haben. Man kann also diese verschiedenen Säulen nach verschiedenen Absichten brauchen, nachdem man mehr Stärke oder mehr Zierlichkeit verlangt; und man kann auch die schlankere mehr auszieren, mehrere und zärtere Glieder bey ihr anbringen. Dieses zeigt also, wie man mehr als eine Gattung von Säulen machen könnte, die sich ursprünglich durch die Verhältniß der Dicke zur Höhe und diesem gemäß durch weniger oder mehr Zierrathen unterscheiden liessen. Man begreift auch, daß mehr als nur zwo solche Gattungen möglich seyn werden, weil sich diese Verhältnisse und die Zierrathen auf mehr als zwo Arten werden ändern lassen.

17. Eine solche Gattung von Säulen heißt eine Ordnung. Die Baumeister haben seit zweyhundert Jahren deren fünf erkannt, die, von der einfachsten an zu zählen, die toscanische, dorische,

römische, jonische, und korinthische heissen. Ein Anfänger kann die dorische an den Triglyphen kennen lernen. Bey der jonischen sieht er im Capitale acht Schnecken und keine Blätter, bey der römischen soviel Schnecken, und zwo Reihen Blätter, bey der korinthischen sechszehen Schnecken, und drey Reihen Blätter. Wo keiner dieser Zierrathen zu finden ist, wird er die Säule für die toscanische annehmen dürfen. Gelehrtere Merkmahle darf man von einem Anfänger nicht fordern, da jeder Baumeister, selbst eben die Ordnung, anders entwirft, wodurch Seylers parallelismus architectonicus ist veranlaßt worden.

18. Die Franzosen haben sich im vorigen Jahrhunderte sehr um eine neue Ordnung bemühet, aber nichts zuwege gebracht. Leonhard Christoph Sturm hat eine angegeben, die an sechszehen Schnecken, und einer Reyhe Blätter kenntlich ist, und die deutsche oder neue genannt wird. Wagners Probe einer sechsten Säulenordnung enthält viel gute Anmerkungen über die Lehre von den Ordnungen und ihr Alterthum, obgleich seine sechste Ordnung kein Glück gemacht hat. Wie die Zahl der Ordnungen vermöge der Verhältniß der Dicke zur Höhe zu bestimmen seyn möchte (10), hat Kraft, Specimen emendatioris theoriae ordinum architectonicorum Comm. Ac. Petrop. T. XI. p. 288. gewiesen.

19. Die

19. Die Grössen bey einer Ordnung werden durch den Halbmesser der Säulen ausgedrückt, welchen man den Modul nennt, und für kleinere Abmessungen in 30 oder 360 Theile eintheilet. Die deutschen Baumeister haben, die Säulen zu zeichnen, Goldmanns und Sturms Anweisungen mit vielem Vortheile gebraucht, denen jetzo Penthers Baukunst im III. Th. beyzufügen ist.

20. Die Säulen werden nicht nur oft wirklich an Gebäuden bey Bogenstellungen zu Thüren u. d. g. Säulenstellungen u. s. w. gebraucht, sondern die geschickten Verbindungen der Glieder, die man bey ihnen lernet, geben auch bey andern Vorfällen Gelegenheit gute Auszierungen zu erfinden.

21. Ein Grundriß eines Gebäudes stellt eigentlich desselben Durchschnitt mit einer wagrechten Ebene vor. Man sieht also darauf die Dicke der Mauern und Zwischenwände, die Zahl und Grösse der Fenster, die Ordnung und den Raum der Zimmer, u. s. w. Der Aufriß zeigt das äuserliche Ansehen des Gebäudes, und der Durchschnitt oder Profil, wie es sich, mit einer lothrechten Ebene durchschnitten, darstellen, oder wie es aussehen würde, wenn eine Mauer, die verhindert hineinzusehen, weggenommen würde. Diese Risse, und zuweilen noch andere, sind nöthig, sich Vorstellungen von einem Gebäude zu machen, wenn man kein Modell desselben vor sich hat. Ihre

Verfertigung, so wie die Zeichnung der meisten zur Baukunst gehörigen Dinge, findet ein Anfänger sehr gut in Hederichs Vorübungen der Baukunst. Succows Anfangsgründe der Baukunst können ihm statt einer systematischen Einleitung dienen, und die vier Bände von Penthers Baukunst seine Kenntniß vollkommener machen, denen er Goldmanns und Sturms häufige Schriften hievon noch beyfügen kann.

Zugaben

worinnen einige Lehren erläutert, und umständlicher abgehandelt werden.

Zu Stat. 64. §.

Man ziehe durch M eine gerade Linie nach Gefallen, der Linien durch T, V, mit MC parallel gezogen in Q, R, begegnen; Mit dieser nach Gefallen gezogenen Linie QMR sey VO parallel: So zerlegt sich die Kraft MV in MR und MO = RV; die Kraft MT in MQ und eine die nach MC herabginge und = QT wäre. Die beyden Kräfte MR und MQ sind einander gerade entgegengesetzt; und die beyden RV, QT, parallel, wie Q, P, am Hebel 4. F. Aber aus den Eigenschaften der Parallelen ist VCO = CMT = MTQ und COV = CMR = TQM, und CV = TM also △COV = △TQM; folglich OV = QM; aber wegen der Parallelen ist auch OV = MR. Folglich QM = MR. Die beyden entgegengesetzten Kräfte sind also gleich, und heben daher einander auf. Aus der nur gezeigten Gleichheit der Dreyecke ist aber auch CO = TQ; und wegen der Parallelen ist MO = RV; folglich RV + TQ = MO + OC = MC; oder die beyden parallelen Kräfte machen zusammen die mittlere aus, und treiben den Punct M, mit ihrer Summe, wie P, Q, 4. F. die Unterlage A (41).

Dieses beweist die Zusammensetzung der Kräfte nicht, welche hiebey angenommen wird. Es zeigt aber,

aber, daß sie mit sich selbst übereinstimmt, und warum die mittlere Kraft kleiner, als die Summe der beyden äusern ist, weil nähmlich diese äusern zum Theil einander entgegengesetzt sind, daß also die mittlere Kraft nur die Summe desjenigen in ihnen seyn kann, was sich gegenseitig nicht entgegengesetzt ist.

Vergleichung der Grade verschiedener Thermometer.

Zu Aerometrie 86.

I. Der Grad des kochenden Wassers heißt beym Fahrenheit 212, beym Reaumur 90; des Gefrierens bey jenem 32 bey diesem o. Diese Veränderung der Wärme theilt also Fahr. in 180; Reaum. in 90 Grade ein, daher 2 Fahrenheitische einem Reaumurischen gleichen. Weil aber nicht beyde ihre Grade von o zu zählen anfangen, so ist klar, daß; wenn Fahr. z. E. $40 = 32 + 8$ Grade zählt, Reaum. $0 + 4$ Grade zählen wird, und man also folgende Vergleichung machen kann: $(32 + 2m)$. Fahr. $= m$. Reaum. Nähmlich zu m Reaumurischen Graden, gehören $32 + 2m$ Fahrenheitische, und umgekehrt. Dieses dient eine Art von Graden auf die andere zu bringen. Z. E. wenn das Reaumurische 17 Gr. weiset, so ist $m = 17$, und da muß das Fahrenheitische $32 + 2.17 = 66$ Gr. weisen. Steht aber dieses bey $89 = 32 + 57$ Graden, so ist $2m = 57$, also soll jenes bey $\frac{1}{2}.57$ oder $28\frac{1}{2}$ Gr. stehn.

II. Grade unter o werden als verneint angesehen.

III.

III. Steht also das Reaumurische 9 Grad unter o, so ist $m = -9$ und das Fahrenheitische soll in eben der Wärme bey $32 - 18 = 14$ Grad stehn.

IIII. Del'isle nennt den Punct des siedenden Wassers o; den Eispunct 150; Er zählt also in der Weite 150 Gr. in der Fahrenheit 180 zählt (I) oder 5 seiner Grade sind so groß als 6 Fahrenheitische. Er zählt sie aber von oben herunter, den Fahrenheitischen entgegengesetzt, so daß sein o bey Fahrenheits 212 und sein 150 bey Fahrenheits 32 zu stehen kömmt. Wenn er also n Grade zählt, so machen solche zwar $\frac{6n}{5}$ Fahrenheitische der Grösse nach aus, aber es sind $\frac{6n}{5}$ Fahrenheitische vom Puncte des Siedens herunter gezählt. Fahrenheit muß sie also nach seiner Art zu zählen durch $212 - \frac{6n}{5}$ ausdrücken, oder wenn I die Delislischen bedeutet, so ist $n. I = (212 - \frac{6n}{5})$ Fahr.

So ist für 100 Delislische $n = 100$ und das Fahrenheitische Thermometer steht bey $212 - \frac{6.100}{5} =$ 92 Grad. Wären p Fahrenheitische gegeben so ist $p = 212 - \frac{6n}{5}$ also $5p = 5.212 - 6n$ und $6n = 5.212 - 5p$ oder $n = \frac{1060 - 5p}{6} = 176\frac{2}{3} - \frac{5}{6}p$.

Für

Für 44 Fahrenheitische ist p = 44 also n = $176\frac{2}{3} - \frac{5.44}{6}$ = 140 oder sie stimmen mit 140 Delislischen überein.

V. Die 150 Delislischen gleichen der Grösse nach 90 Reaum. oder 5 von jenen, machen 3 von diesen (I). Also sind nI der Grösse nach $\frac{3}{5}$n reaumurischen gleich, sie werden aber von der Stelle herunter gezählt, die Reaumur 90 nennt, folglich zählt Reaumur statt ihrer $90 - \frac{3n}{5}$ oder es ist $n.I = (90 - \frac{3n}{5})$. Reaum.

Vorige 100 I stimmen also mit $90 - \frac{300}{5} = 30$ R überein, und wenn man m = 30 in (I) setzt, sind diese 30 R = 92 Fahr. wie gehörig (IIII).

Sind r Reaumurische gegeben, so ist $90 - \frac{3n}{5}$ = r also 5.90 − 5r = 3n und n = 150 − $\frac{5}{3}$ r oder sie betragen soviel Reaumurische.

VI. Die Erinnerung (II) zeigt wie diese Formeln für Grade unter dem Eispuncte zu brauchen sind.

So ist in (V) für n = 185; $90 - \frac{3n}{5} = 90 - 111 =$ −21 oder 185 delislische bedeuten 21 reaumurische unter dem Eispuncte. Umgekehrt wenn r = −21 so käme n = 150 − $\frac{5}{3}$. −21 = 150 + 5.7 = 185; oder 21 reaum. Gr. unter dem Eispuncte gäben 185 delislische.

VII.

VII. Die bisherigen Formeln findet man auch sehr umständlich erläutert in Herrn Prof. Winklers Physik 126. u. f. §. wie Herr Pr. Heinsius sie ihm mitgetheilet hat. An diesem Orte sind auch sonst viel lesenswürdige Nachrichten von Thermometern gesammlet.

VIII. Celsius zählt vom Eispuncte bis ans siedende Wasser 100 Grade die also 180 Fahrenheitische, oder ein schwedischer, $\frac{9}{5}$ des Fahrenheitischen betragen. Daher gehören zu f schwedischen $(32 + \frac{9}{5} f)$ Fahrenheitische. Will man f Fahrenheitische in schwedische ausdrücken, so ist $32 + \frac{9}{5} f = f$ oder $5 \cdot 32 + 9f = 5f$ oder $f = \frac{5 \cdot (f - 32)}{9}$.

VIIII. Man kann die beschriebenen Thermometer und noch mehr, die man etwa dazu bringen will, mit einander unmittelbar nach vorhergehender Anleitung oder vermittelst der gefundenen Formeln vergleichen. Das letzte zu erläutern, frage man, wieviel delislische Grad zu f schwedischen gehören? Die Menge Fahrenheitischer die soviel schwedischen zu gehören, sey das p in IIII; also $p = 32 + \frac{9}{5} f$ (VIII) und daher $n = 176\frac{2}{3} - \frac{5 \cdot 32}{6} - \frac{5}{6} \cdot \frac{9}{5} f = 150 - \frac{3}{2} f$ woraus wieder $2n = 300 - 3f$ also $f = 100 - \frac{2}{3} n$ folgt, oder n delislische soviel als $100 - \frac{2}{3} n$ schwedische bedeuten; u. s. w.

X. Der P. Hell hat Ephem. 1764; 144 und 243 S. Tafeln und Formeln zu Vergleichung der

Ther-

Thermometer, nebst einer in Kupfer gestochenen Vergleichungstafel Herrn Dr. Hofmanns mitgetheilet.

XI. Mayer hat in einer den 13. Sept. 1755. in der hiesigen Kön. Ges. d. Wiss. gehaltenen noch ungedruckten Vorlesung gewiesen, wie man thermometrische Beobachtungen gebrauchen könnte, allgemeine Sätze aus ihnen zu machen; man könnte nähmlich dadurch an einem gegebenen Orte eine mittlere Wärme überhaupt, imgleichen die mittlere Wärme für jeden Monat, und selbst für Stunden gegebener Tage bestimmen, zu welcher Absicht aus verschiedenen Beobachtungen arithmetische Mittel zu nehmen wären. Der Gebrauch hievon würde seyn, die Gesetze, nach denen sich die Wärme verändert, genauer kennen zu lernen. Wenn man dergleichen Gesetze auch bey den übrigen Veränderungen der Luft, bey denen die das Barometer anzeigt, bey den Winden u. s. w. ausmachen könnte, so würde diese Anleitung die Witterungen im voraus zu sagen. Dieses wäre ohne Zweifel höchst wichtig, aber der ungeheure Haufen schon vorhandener Witterungsbeobachtungen hilft bisher dazu gar nichts, da es doch scheint, wir sollten unsere Atmosphäre, bey der wir so vielerley wahrzunehmen im Stande sind, wenigstens so gut kennen, als die so entfernten Himmelskörper, von denen wir Begebenheiten auf Jahrhunderte vorauszusagen wissen. Die Astronomen suchen bey einem Weltkörper zuerst die mittlere Bewegung zu lernen, der sie nach und nach Verbesserungen beyfügen, bis sie seine Stellen genau

nau anzugeben wissen. Etwas ähnliches schlägt Mayer in dieser Schrift bey den Witterungsbeobachtungen vor.

Analytische Beweise der vornehmsten dioptrischen Sätze.

Zur Dioptrik 20. u. f.

Aufg. In Dioptr. 19. BF zu berechnen, wenn der Strahl DP der Axe sehr nahe einfällt.

Aufl. I. Es sey, wie dorten angenommen wird, CA = r; KB = ϱ; AD = b; die Dicke des Glases AB = t; die Verhältniß der Refraction (Dioptr. 9.) m : n. Weil der Bogen AP sehr klein seyn soll, so werden die Winkel PDC; PCB, also auch ihre Summe CPV, der Neigungswinkel an der Vorderfläche klein seyn. Auch wird beynahe DP = b seyn. Folglich ist $CP\varphi = \frac{n}{m} CPV$ (Dioptr. 12.).

II. Im Dreyecke CPφ verhalten sich die Seiten wie die Sinus der ihnen gegenüberstehenden Winkel, also, wenn diese Winkel klein sind, wie die Winkel selbst. Das wird sich von DP : CP sagen lassen, deren Verhältniß = BCP : D seyn wird, also ist

$BCP = \frac{b.D}{r}$, daher $CPV = D + \frac{b.D}{r} = \frac{b+r}{r}.D$

und $CP\varphi = \frac{n.(b+r)}{m.r}.D$

Auch im Dreyecke CPφ; CP : Cφ = φ : GPφ und $\varphi = PCD - CP\varphi = \left(\frac{b}{r} - \frac{n.(b+r)}{m.r}\right).D =$ $\frac{(m-n)\,b-nr}{mr}$. D also $\frac{r.\,CP\varphi}{\varphi}$ oder $C\varphi = \frac{n.(b+r).r}{(m-n)\,b-nr}$.

Daher $C\varphi + CA - AB$ oder $B\varphi = \frac{n.(b+r).r}{(m-n)\,b-nr}$ $+ r + t = \frac{mbr}{(m-n)\,b-nr} + t$. Wenn t in Vergleichung mit b und r klein ist, wird der erste dieser beyden Theile schon den Werth von Bφ ziemlich genau geben.

III. Wenn Q wo der Strahl ausfährt, wie hier angenommen wird, nahe bey der Axe liegt, so läßt sich beynahe $Q\varphi = B\varphi$ setzen. Auch ist im Dreyecke QKφ, wie vorhin $Q\varphi : KQ = K : \varphi$ oder $K = \frac{\varphi.Q\varphi}{\varrho}$ daher $K + \varphi$ oder des ausfahrenden Strahles Neigungswinkel $TQ\varphi = \frac{Q\varphi + \varrho}{\varrho}.\varphi$, und $\frac{m}{n}$.

$TQ\varphi$ oder $TQF = \frac{m.(Q\varphi+\varrho)}{n.\varrho}.\varphi$, und $TQF - K$ oder $QFK = \frac{(m-n).Q\Phi+m\varrho}{n\varrho}.\varphi$. Also im Dreyecke QFK; F : K = QK : QF, also QF = ϱ.

$\varrho \cdot \frac{n.Q\Phi}{(m-n)Q\Phi+m\varrho}$, welcher Werth auch für BF angenommen wird, für das man also nur $Q\Phi$ oder $B\Phi$ aus (II) brauchen darf.

IIII. Um nicht Anfänger mit einem sehr zusammengesetzten Ausdrucke, der nur selten brauchbar wäre zu erschrecken, will ich, wie meistens verstattet wird, in II; $t = o$ setzen. So wird

$n.Q\Phi = \frac{mnbr}{(m-n)\,b-nr}$ und $(m-n).Q\Phi + m\varrho =$

$\frac{m.(m-n)b.(r+\varrho)-mnr\varrho}{(m-n).\ b-nr}$. Daher endlich $BF =$

$\frac{nbr\varrho}{(m-n)\,b.(r+\varrho)-nr\varrho}$.

Man kann diesen Werth von BF auch so ausdrücken $\frac{nr\varrho}{(m-n).(r+\varrho)-nr\varrho:b}$. Wenn nun das Glas ungeändert bleibt, aber D immer weiter wegrückt, also b wächst, so wird hier des Nenners zweyter Theil immer kleiner, und kann kleiner als jede angegebene Grösse werden, weil b über alle Grössen wachsen kann. Wenn also b unendlich wächst, oder der einfallende Strahl der Axe parallel wird, so verschwindet dieser zweyte Theil, und es ist die Brennweite (Dioptr. 21.) $l =$

$\frac{nr\varrho}{(m-n).(r+\varrho)} = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$ für $m:n = 3:2$ wie Dioptrik 22.

V. Folglich $(m-n).(r+\varrho)l = nr\varrho$ und daher in IIII. die unbestimmte Weite $BF = \frac{(m-n).(r+\varrho)bl}{(m-n).b.(r+\varrho)-(m-n).(r+\varrho).l}$ oder diese Weite $f = \frac{bl}{b-l}$ (Dioptr. 29.).

VI. Für ein Hohlglas ist l verneint (Dioptr. 27.), also, wenn b bejaht bleibt, bl verneint, und b−l bejaht, weil da von b eine verneinte Grösse abgezogen, das ist, eine bejahte addirt wird. Daher f verneint, welches den Zerstreuungspunct (Dioptr. 34.) anzeigt. Es ist also dieses verneinte f allemahl kleiner als b und kleiner als l, weil b−l hier eine Summe, und daher grösser als b und grösser als l, jedes alleine genommen, ist, daher b. $\frac{l}{b-l} < b$ und l. $\frac{b}{b-l} < l$. Wenn

A B H F G

also hier in B ein Hohlglas, und dessen Axe BHFG, der Zerstreuungspunct für Parallelstrahlen (Dioptr. 27.) F ist, aus G aber ein Strahl auf dieses Glas fällt, so wird er so gebrochen, daß er liegt als führe er von dem Puncte H aus; der Punct H liegt näher bey B, als G und als F. Je kleiner BG ist, desto kleiner ist BH, daher gehört die größte BH = BF zu der größten BG = ∞ wenn nähmlich der einfallende Strahl der Axe parallel ist.

Ein

Ein Strahl könnte von der Seite wo A liegt, von der linken Seite, dergestalt auf das Glas fallen, daß er nach H zu gerichtet wäre. Dieses geschähe, wenn ein erhabenes Glas, das vor dem hohlen stünde, Strahlen so bräche, daß sie nach H zu führen, und wenn alsdenn das Hohlglas zwischen H und das erhabene gesetzt würde. So verhält es sich bey dem holländischen Fernrohre. Die Strahlen, die 15. F. aus Q auf das erhabene Glas A fallen, gehen vermöge der Brechung, die sie hier in ihm leiden, nach q zu, und das Hohlglas B fängt sie unterwegens auf.

Ein solcher Strahl also, der nach H zufahrend vom Hohlglase B aufgefangen wurde, würde von ihm nach G gebrochen werden. Dieses erhellt aus der Verwechselung der einfallenden und gebrochnen Strahlen, die schon Dioptr. 4. angenommen worden. Wenn nähmlich des aus G einfallenden, gebrochner aus H geht, so stelle man sich nur vor, das Licht nehme eben den Weg rückwärts, da wird der einfallende nach H, der gebrochne nach G zu gehen müssen.

Fiele von der linken Hand her, ein Strahl dergestalt auf das Hohlglas, daß er nach G zu ginge, so müßte man, bey der nur gebrauchten Voraussetzung, daß das Licht rückwärts gehen sollte, diesen Strahl als einen gebrochnen ansehen, der nach der linken Hand zu von G ausführe. Sein einfallender, wäre alsdenn hier der gebrochne. Aber wenn $BG > BF$, so kann von der rechten Hand her kein Strahl einfallen, dessen gebrochner durch G ginge;

folglich kann auch kein Strahl, der von der linken Hand her nach G zufahrend einfiele, so gebrochen werden, daß er durch einen Punct rechter Hand von B, durchginge, sondern er wird nach der Brechung die Axe linker Hand von B schneiden.

Wenn nähmlich BH dem einfallenden Strahle, und BG dem gebrochnen zugehört, und für BH = BF; BG = ∞ wird; so wird für BH > BF; BG verneint (Geom. 12. S. 14. Zus.) oder es fällt auf die entgegengesetzte Seite. Ein Hohlglas also, vereinigt Strahlen, oder macht ein Bild, in G, wenn es diese Strahlen nach H zufahrend, so empfängt, daß BH < BF.

VII. Bedeutete AMB Dioptr. 9. F. eine halbe Kugel, so fielen K, C, mitten in AB zusammen. Man dürfte also t im Werthe von BΦ (11) nicht weglassen, sondern es wäre t = 2r weil ϱ = r. Man suche hier nur die Brennweite, und setze also b unendlich. Dieses nebst t = 2r giebt in II. wie vorhin in V; $B\Phi = \frac{mr}{m-n} + 2r = \frac{(3m-2n).\ r}{m-n}$.

Dieses statt QΦ in III. gebraucht, auch ϱ = r gesetzt, giebt in dem Werthe von QF, den Zähler $= \frac{(3m-2n)nr^2}{m-n}$ und den Nenner $= (3m-2n)r + mr = 2.(2m-n)r$; also die Brennweite $\frac{(3m-2n).nr}{2.(2m-n)(m-n)}$. Für die Verhältniß (V) wird sie $\frac{1}{2}r$ wie Dioptr. 26.

VIII.

Zu Dioptr. 35.

VIII. Wenn DAB; 9. und 13. F. des Glases Axe ist, so steht sie auf beyden Flächen bey A und B senkrecht, also sind beyde Flächen bey A und B parallel. Ein Strahl also, der zugleich auf A einfiele, und durch B ausführe, bliebe sich parallel, Wenn nun das Glas sehr dünn ist, also A und B sehr nahe beysammen sind, so wird ein Strahl der bey A einfällt, nothwendig beym Ausfahren die Hinterfläche bey B treffen. Bey einem solchen dünnen Glase also, fährt der Strahl sich parallel durch B aus, welcher auf A einfällt, und weil A und B so nahe beyeinander sind, so sind diese beyden parallelen Linien des einfallenden und des ausfahrenden Strahles als einer anzusehen, oder der Strahl geht ungebrochen durch, der auf das Mittel A eines dünnen Glases auffällt.

Auf einen Punct auser der Axe, Dioptr. 35. u. f. wird das bisherige folgendergestalt angewandt.

VIIII. CΦ (II) wird blos durch die Verhältniß der Refraction, b, und r, bestimmt. Es bleibt also einerley wenn ein Punct wie E 13. F. auser der Axe des Glases, nur um die Weite b von der Vorderfläche entfernt läge. Man stelle sich nähmlich durch der Vorderfläche Mittelpunct (C der 9. F.) und E eine Linie gezogen vor, von der ein Stück = b zwischen E und der Vorderfläche fällt. Diese Linie wird so zu reden, eine Axe der allein betrachteten

Vorderfläche seyn, und das Licht, das nahe um sie von E auf die Vorderfläche fällt, wird von dieser Fläche allein, wenn es sonst keine Brechung weiter litte, so gebrochen werden, daß es nach einem Puncte zu fährt, der in dieser Axe, soweit von C liegt als Φ.

X. Nun sey NAMB 13. F. ein schmahles und dünnes Glas, DE ein Gegenstand von dem D in des Glases Axe, E auser ihr liegt, der Winkel EAD aber, wenn man sich die Linie EA gezogen vorstellt, soll sehr klein seyn, welches voraussetzt, daß $\frac{ED}{EA}$ klein, und also der Gegenstand entweder sehr weit vom Glase weg ist, wenn er eine beträchtliche Grösse hat, oder sehr klein ist, wenn er nahe beym Glase seyn soll, daher dieses sich sowohl auf Objective von Fernröhren, als auf Vergrösserungsgläser anwenden läßt. Solchergestalt ist EA, und jede andere Linie von E bis an die Vorderfläche, nicht viel länger als b, und von dem aus E auf die Vorderfläche fallenden Lichte gilt (VIIII).

XI. Weil auch das Glas schmahl ist, so ist der Mittelpunct der Vorderfläche, von jeder Stelle der Hinterfläche nicht viel weiter entfernt, als von B, wie die 9. F. erläutern wird, da Linien aus C nach Q oder M gezogen der CB können gleichgeschätzt werden, wenn das Glas schmahl ist. Da nun der Vereinigungspunct des aus E auffallenden Lichts, wenn es von der Vorderfläche allein gebrochen würde, so weit als CΦ 9. F. von derselben Mittelpuncte liegt,

liegt, so wird man seine Weite von der Hinterfläche finden, wenn man zu CΦ addirt, wie weit in der Axe der Vorderfläche, von der Vorderfläche Mittelpunct bis an die Hinterfläche ist, und das ist, vermöge des gewiesenen, CB; also, wird das Licht, das von E auffällt, dergestalt von der Vorderfläche allein gebrochen, daß es nach einem Puncte in der vorhin genannten Axe der Vorderfläche, zufährt, der um die Weite BΦ von der Hinterfläche entfernt ist.

XII. Licht das in der 9. F. nach einem Puncte der Axe des Glases zufuhr, der um die Weite BΦ, hinter dem Glase, vereinigte sich durch die Brechung der Hinterfläche, in einem Puncte der Axe, dessen Weite vom Glase BF war. Diese Weite BF, ward (II) nur durch die Verhältniß der Refraction, durch ϱ, und durch BΦ bestimmt, und bleibt also einerley, so lange sich hierinn nichts ändert. Folglich wird das aus E auffallende Licht, welches vermöge der ersten Brechung, nach einem Puncte, der die Weite BΦ hinter dem Glase hat, zufährt, durch die zweite Brechung in einem Puncte vereiniget werden, der die Weite BF hinter dem Glase hat. Nur in der Axe des Glases kann dieser Punct nicht liegen, man muß also die Linie suchen, in der er liegt.

XIII. Diese Linie muß der Strahl, der von E auf des Glases Mittel fällt, verlängert, seyn, denn dieser Strahl geht ungebrochen durch (VIII), da er also seine Richtung nicht ändert, so muß sich das übrige Licht in ihm sammlen.

Also ist 13. F. des Punctes E Bild e, in der verlängerten Linie EA so weit hinter dem Glase, als F des Punctes D Bild. Und wenn nach Dioptr. 38; Fe eine Reihe von Bildern ist, die den Puncten in DE zugehören, so ist Fe ein kleiner Kreisbogen, für dessen Mittelpunct man ohne merklichen Irrthum B oder A, welche hier als eins angesehen werden, annimmt, eben wie man AE = AD setzte (X). Ein solcher kleiner Kreisbogen wird wieder ohne merklichen Irrthum mit einem Perpendikel auf FB verwechselt. Also ist das Bild von DE, ein Perpendikel durch F auf BF, das zwischen BF, und der verlängerten EA fällt. Hieraus folgen Dioptr. 36...42.

XIIII. Der Gegenstand stehe in des Glases Brennpuncte, sein Bild Fe also unendlich weit hinter dem Glase. Das Licht, das von E auf das Glas fällt, geht folglich vermöge der doppelten Brechung nach einem Puncte e zu, der in EA (XIII) unendlich weit entfernt liegt, das ist es geht mit EA parallel. Dies ist am Ende von Dioptr. 37. angezeigt, aber die Linie mit der es parallel geht, nicht angegeben.

Vergrösserungen optischer Werkzeuge.

XV. Ein Auge in A, sähe ohne Glas den Gegenstand DE unter dem Winkel EAD. Befindet es sich hinter dem Glase, in dessen Brennpuncte der Gegenstand ist, so bekömmt es das Licht von D, mit DA, und das Licht von E mit EA parallel (XIIII). Und also machen die Strahlen von D und E, die

das

das Auge durch das Glas bekömmt, einen Winke = EAD mit einander. Das Auge sieht also diesen Gegenstand ohne Glas, und mit dem Glase gleich groß, dieß wird bey Erklärung der einfachen Mikroskope Dioptr. 104. angenommen.

XVI. Bey dem Sternrohre (Dioptr. 89.) kann man jeden der beyden Theile des Bildes pq, qr, für einen Gegenstand annehmen, den das Auge durch das Glas B betrachtete. Ein solcher Theil also, z. E. pq, erscheint dem Auge durch das Glas unter dem Winkel pBq (XV). Von der Sache selbst aber, erschiene, wegen ihrer Entlegenheit, dem blossen Auge, ohne Gläser, der Theil PQ, welchem des Bildes Theil pq zugehört, aus B oder aus A, unter einerley Winkel PAQ = pAq (XIII), die scheinbaren Grössen des Gegenstandes und des Bildes, das ist des Gegenstandes ohne Gläser und durch die Gläser, verhalten sich also wie pAq : pBq. Es ist

$$\text{aber tang pAq : tang bBq} = \frac{pq}{qA} : \frac{pq}{qB} = qB : qA,$$

und diese kleinen Winkel verhalten sich wie ihre Tangenten selbst, also wie qB : qA. Folglich ist $\frac{qA}{qB} = \frac{pBq}{pAq}$ oder die Brennweite des Vorderglases mit der Brennweite des Augenglases dividirt, giebt so viel als die scheinbare Grösse durch die Gläser mit der scheinbaren Grösse für das blosse Auge dividirt. Welches die Regel (Dioptr. 89.) die Vergrösserung zu berechnen ist.

XVII.

XVII. Aus dem was Dioptr. 27. von den Hohlgläsern gesagt ist, mit hiesigen XIIII. verglichen, wird folgendes erhellen. In dem holländischen Fernrohre (Dioptr. 87.) geht das Licht, das aus P auf das Vorderglas fällt, so wie es von diesem Glase allein gebrochen wird, nach p zu, wird aber, ehe es dahin kömmt, von dem hohlen Augenglase aufgefangen, und so gebrochen, daß es hinter dem Augenglase mit pB parallel geht. Das Auge bekömmt also hinter dem Augenglase, die Strahlen von P und Q, mit pB und qB parallel, oder sie machen ihm den Winkel pBq, der also die scheinbare Grösse durch die Gläser ist, und sich zu PAQ oder pAq der scheinbaren Grösse ohne Gläser, ebenfalls wie qA : qB verhält, welches hier die Regel der Vergrösserung wie Dioptr. a. a. O. giebt.

Wie ein Kurzsichtiger diese Werkzeuge ändern muß.

XVIII. Die Weiten Aq 15; 16. F. sind des Vorderglases Brennweiten, also bey einem gegebenen Fernrohre unveränderlich. Ein Kurzsichtiger muß beym holländischen 15. F. vom Hohlglase die Strahlen, die es nach q zufahrend auffängt, dergestalt zugesandt bekommen, als kämen sie von einem Puncte her, der nicht weit vor ihm, und vor dem Glase läge (Dioptr. 77.), dazu muß also q weiter vom Glase wegliegen, als des Glases Zerstreuungspunct (VI). In der bisher angenommenen Stellung fällt des Glases Zerstreuungspunct gleich auf q.

Also

Also muß der Kurzsichtige das hohle Augenglas näher ans vordere rücken.

Beym Sternrohre 16. F. befindet sich in der bisher angenommenen Stellung q in des Augenglases Brennpuncte. Soll der Kurzsichtige den Gegenstand pr deutlich sehen, so muß er die Strahlen, die q auf das Augenglas sendet, vom Augenglase so bekommen, als kämen sie von einem Puncte her, der unweit vor dem Augenglase läge; q muß also zwischen dem Augenglase und desselben Brennpuncte liegen, und daher wieder das Augenglas näher ans Vorderglas geschoben werden, daß also der Kurzsichtige sich beyde Werckzeuge verkürzen muß, wie Dioptr. 91.

Gebrauch dieser beyden Fernröhre Bilder zu machen.

XVIIII. Wenn die beyden jetzo untersuchten Fernröhre, für Augen die gut in die Ferne sehen, gestellt sind, so macht keines ein Bild, denn die zu P oder p gehörigen Strahlen, gehen hinter jedem Augenglase unter sich parallel, das Bild, das beyde Gläser zusammen machten, wäre also unendlich entlegen. Rückte man beym Sternrohre 16. F. das Augenglas näher ans Bild pr, daß q zwischen das Augenglas und dessen Brennpunct fiele, so würden die Strahlen, die aus q auffallen, hinter dem Augenglase zerstreut (Dioptr. 33.), und geben also noch weniger ein Bild, als vorhin. Bey dem Erdrohre, muß das Augenglas B 15. F. näher bey

q liegen, als sein Zerstreuungspunct (Dioptr. 27.) ihm liegt, wenn es ein Bild vermöge der Strahlen machen soll, die es nach q zufahrend auffängt (VI). Es muß also wiederum weiter vom Vorderglase abgerückt werden, als zum Gebrauche für Augen, die in die Ferne gut sähen, nöthig wäre.

Soll also eines dieser beyden Fernröhre ein Bild machen, so müssen die Gläser weiter auseinander stehen, als sie für gute Augen oder für kurzsichtige gestellt werden; oder: das Bild erfodert eine Stellung, bey welcher kein gewöhnliches Auge (S. Dioptr. 85.) deutlich sähe.

Alsdenn aber ist klar, daß das Hohlglas 15. F., die nach p zu fahrenden Strahlen in einer Stelle sammlen wird, die auf eben der Seite der Axe liegt, auf welcher sich p befindet. Es wird also die Sache verkehrt abbilden, wie pr sie abbildete.

Das erhabene Augenglas 16. F. wird das Bild pr, als einen Gegenstand und folglich umgekehrt (Dioptr. 39.). abbilden. Weil also das erste Bild die Sache verkehrt darstellte, wird das zweyte sie aufgerichtet zeigen.

Die Sache bildet sich also durch eines dieser beyden Fernröhre verkehrt, oder aufgerichtet ab; nachdem man sie durch das Fernrohr selbst aufgerichtet oder verkehrt sähe.

Man braucht dieß besonders, das Sonnenbild in einem verfinsterten Orte aufzufangen (Astr. 164). Scheiner hat sich, die Sonnenflecken auf diese Art wahrzunehmen, des damahls allein bekannten hol-

ländischen Fernrohrs bedient. Jetzo ist das Sternrohr dazu gewöhnlicher. Man s. hievon mehrers im Lehrb. der Opt. III. B. Anm. zum 185. Art.

Wie die Weiten der farbichten Bilder von einander (Dioptr. 51.) berechnet werden.

XX. Ein Glas befinde sich in B, V sey

B V R

der Brennpunct für violettne, R für rothe Strahlen. Man setze in dem Wehrte von l (IIII) n = 50; und m zuerst = 78, darnach = 77 (Dioptr. 50.),

auch $\frac{r\varrho}{r+\varrho} = k$, so ist BV = $\frac{5}{2}\frac{0}{8}$ k und BR = $\frac{5}{2}\frac{2}{7}$ k,

also $VR = \frac{50}{28.27} k = \frac{25}{14.27} k$. Hiebey muß man sich aber erinnern daß in IIII; die Dicke des Glases ist beyseite gesetzt worden. Diese nun kann in Vergleichung mit r und ϱ wenig bedeuten, aber doch in Vergleichung mit VR beträchtlich seyn. Will man also die dortige Formel von l hier sicher anwenden, so muß man ein Planconvexglas annehmen, dessen ebene Seite vorwärts gekehrt ist (Dioptr. 4. F.), denn das bricht Strahlen, die mit seiner Axe parallel einfallen, nur in der Hinterfläche, und also kömmt seine Dicke hier nicht in Betrachtung. Wenn man also r unendlich setzt (Dioptr. 24), so wird

VR =

VR = $\frac{25}{24.27}$. r = 0,033. r Wäre r = 6 F = 72 Zoll, so käme VR = 4,7 Zoll.

Sternzeit auf mittlere Sonnenzeit zu bringen Astr. 99.

Ich habe am a. O. die Berechnung der Weitläuftigkeit wegen weggelassen. Mich deucht aber, es ist der Mühe werth, sie hier beyzubringen, nachdem ich sie so viel als möglich verkürzt habe.

Aus 24 h = 24 H + 3 M + 56 S + 32 T folgt h = H * + 9 S + 51 T + 20 Qua. Nun setze ich H = x. m also 9. S = 9. xt, 51 T = 51. xqua, $\frac{1}{3}$ T = $\frac{51.x}{3}$. qua

Daher x. $\left(\frac{1}{60}+\frac{9}{60^3}+\frac{51+\frac{1}{3}}{60^4}\right)$. h = h oder hx. $(60^3 + 9.60 + 51 + \frac{1}{3}) = 60^4$. h oder auf beyden Seiten mit 3 multiplicirt und mit h dividirt x. 649774 = 38880000 also beyde Zahlen halbirt $x = \frac{19440000}{324887}$. Diesen Quotienten findet man am bequemsten, wenn man sich zur Vorbereitung das Einmahleins für den Divisor macht. Den Rest bey jeder Division multiplicirt man mit 60, und dividirt von neuem, so hat man den Quotienten in den nächstfolgenden sechzigtheiligen Brüchen. Die Rechnung sieht so aus:

Ein-

Einmahleins.

1	324887
2	649774
3	974661
4	1299548
5	1624435
6	1949322
7	2274209
8	2599096
9	2923983

324887 | 19440000 (59
1624435
———
3195650
2923983
———
271667 mult. mit 60
gibt 16300020 (50
1624435
———
55670 mult. mit 60
gibt 3340200 (10
324887
———
91330 mult. mit 60
gibt 5479800 (16
324887
———
2230930

also ist $x = 59 + \frac{50}{60} + \frac{10}{60^2} + \frac{16}{60^3}$

Folglich xm oder H = 59 m + 50 s + 10 t + 16 qua. Die Vielfachen hievon auser der Ordnung zu finden, dient der canon sexagenarum Ar. II. 17.

Denen, welche die Analysis verstehen, wird nicht unangenehm seyn, hie zu sehen, wie man gegenwärtige Verwandlung bequem vermittelst der Reihen macht. Das Verfahren ist vollkommen wie in meiner Analys. endl. Gr. 694.

H = h	− 9 s	− 51 t	+ 61 qua	+ 18. 51 qui ...
9 S =	+ 9	*	− 81	− 9. 51 ...
51 T =		+ 51	*	− 9. 51 ...
20 Qua =			+ 20	

Man setzt nähmlich zuerst H = h; daher 9 S = 9 s, 51 T = 51 t; 20 Qua = 20 qua; weil nun was in der Columne linker Hand steht, zusammen nicht mehr als h machen soll, so wird von H der zweyte Theil − 9 s, welches eben so die zweyten Theile von 9 S; 51 T u. s. w. gibt. Und eben so muß von H der dritte Theil − 51 t werden u. s. w. Hieraus findet man H so:

h =	59 m	+ 59 s	+ 60 t	+ 0. qua
− 9 s =		− 9		
− 51 t =			− 51	
+ 61 qua =			+ 1	+ 1
+ 18. 51 qui =			+ 15	+ 18 qui

H = 59 m + 50 s + 10 t + 16 qua

Uhrzeit

Uhrzeit auf wahre Sonnenzeit zu bringen.

Aufg. Man hat die Zeit bemerkt, welche eine Uhr an einem Mittage, und die, welche sie am nächstfolgenden weiset, zwischen beyde Mittage fällt eine Beobachtung, deren Augenblick man auch in Zeit der Uhr anzugeben weiß. Man verlangt diesen Augenblick in wahrer Sonnenzeit. Es versteht sich, daß die Uhr zwischen beyden Mittagen gleichförmig geht.

Z. E. Eine Uhr weiset an einem Mittage
10 St. 57′ 32″,5; am folgenden
11 1 5
Es hat sich eine Begebenheit ereignet, da diese Uhr 21 St. 57′ 42″,5 nach dem ersten Mittage angab. Man fragt wieviel dieß wahre Sonnenzeit sey.

Aufl. I. Es mögen h, m, s, Stunden, Minuten, Secunden der Uhr, und H, M, S, der wahren Sonnenzeit bedeuten. Man kann die Zeit, welche verfließt, indem 24 Stunden der Uhr verstreichen, den Uhrtag nennen. Er ist länger, so lang, oder kürzer als der wahre Sonnentag, nachdem die Uhr den folgenden Mittag, weniger, so viel, oder mehr Stunden, Minuten, Secunden weist als den vorhergehenden. Wenn man die Zeit des Mittags, da die Uhr am wenigsten weiset, von der Zeit des Mittags abzieht, da sie am meisten weiset, so bleibt der Unterschied zwischen dem Uhrtage und dem wah-

ren Sonnentage in Zeit der Uhr übrig. Hiesse dieser Unterschied D, so ist $24\,\text{h} + \text{D} = 24\,\text{H}$. Wenn der Uhrtag länger ist, als der wahre Sonnentag, so ist D verneint.

Im Exempel ist der Uhrtag um 3m 32,5f kürzer als der Sonnentag, also $\text{D} = 3\text{m}\ 32{,}5\text{f}$ und $24\,\text{h} + 3\text{m} + 32{,}5\text{f} = 24\,\text{H}$.

II. Man kann also $24\,\text{h} + \text{D}$, in Secunden der Uhr ausgedrückt $= \alpha\,\text{f}$ setzen, wo α nach den erzählten drey Fällen kleiner, so groß, oder grösser als 86400, die Menge der Secunden in 24 Stunden seyn wird.

III. Den Sonnentag also in seinen Secunden ausgedrückt ist $\alpha\,\text{f} = 86400\ \text{S}$, folglich $\frac{\text{f}}{\text{S}} = \frac{86400}{\alpha}$.

IIII. Der Augenblick der Beobachtung, den die Uhr angibt, falle β.f nach dem ersten Mittage, oder die Zeit, welche nach Anzeige der Uhr seit diesem Mittage verflossen ist, sey β Secunden der Uhr. So ist diese Zeit $\frac{\beta.86400}{\alpha}$.S oder sie hält $\frac{\beta.86400}{\alpha}$ Secunden des wahren Sonnentages.

V. Setzt man diese Zahl von Secunden $= \gamma$, so ist $\log\beta + \log 86400 - \log\alpha = \log\gamma$, welches sich durch die Logarithmen leicht berechnen läßt, wenn dieselben nur für Zahlen, so groß als hier vorkommen, bey der Hand sind.

VI. Es ist aber $\beta < \alpha$; und α nicht grösser als 86400; wenn der Uhrtag nicht kürzer als der wahre Son-

Sonnentag ist. Ist er aber kürzer, so wird solches nur etliche wenige Minuten seyn. Da man die Uhren ohngefähr entweder nach mittlerer Sonnenzeit oder nach Sternzeit zu stellen pflegt, so wird der Unterschied zwischen dem Uhrtage und dem wahren Sonnentage, bey der letzten Stellung am beträchtlichsten seyn, und kann da etwa 4 Minuten betragen (Astr. 99.). In diesem Falle wäre $24 \int + 4m = 24 \text{ Ꮒ}$ oder $(86400 + 240)$. $\int = 86400$ Ꮝ also $\alpha = 86640$. Folglich werden α und β nie 100000. Auch γ ist für ein gegebenes α desto grösser, je grösser β ist, und am größten für $\beta = \alpha$, also nie grösser als 86400.

VII. Hieraus erhellt, daß die Logarithmen für Zahlen bis 100000 hier zureichend sind, wenn man nur mit ganzen Secunden zufrieden ist. Bringt man auch Zehntheile der Secunden mit in die Rechnung, so lassen sich die Logarithmen für die so vorkommende Zahlen auch leicht finden, weil keine dieser Zahlen doch mehr als sieben Zifern haben wird, und man ihre Logarithmen durch ein Verfahren wie Trig. 12. S. beynahe finden kann.

Im Exempel wäre

$\alpha = 24.3600 + 3.60 + 32,5 = 86612,5$ und

$\beta = 21.3600 + 3420 + 42,5 = 79062,5$

Den ersten Logarithmen zu finden, nimmt man das arithmetische Mittel zwischen den Logarithmen von 86612 und von 86613 und eben so zwischen den von 79062 und 79063 für den zweyten.

Also log 86612 = 4, 9375780

log 86613 = 4, 9375830

Unterschied 50

Hälfte 25 zu log 86612 add.

gibt log 86612, 5 = 4, 9375805 = log α

log 86400 = 4, 9365137

$\log \frac{86400}{\alpha} = -0,0010668$

log β = +4, 8979704

---

log γ = +4, 8969036

Giebt γ = 78868; Also die wahre Zeit der Beobachtung 78868 S = 21 H 54 M 28 S völlig so, wie ich diese Zeit durch eine mühsame Rechnung, nach Art der Astr. 99. gefunden habe.

VIII. Was etwa α und β zu finden noch beschwerlich wäre, nähmlich Stunden und Minuten auf Secunden zu bringen, läßt sich in ein Spielwerk verwandeln, wenn man sich die leichte Mühe nehmen will, einmahl für allemahl eine Tafel zu verfertigen, in der alle Stunden bis auf 24 und alle Minuten bis auf 60 in Secunden ausgedrückt sind, da man denn blos aus dieser Tafel abzuschreiben und zu addiren braucht.

VIIII. Aber die Minuten und Stunden in γ S zu finden, ist eine zweymahlige Division mit 60 nöthig. Auch die, kann man folgendergestalt vermeiden. Es sey β − δ = γ so ist δ = β − γ = β.

(1 −

$(1-\frac{86400}{\alpha})(IIII)=\beta.\frac{\alpha-86400}{\alpha}$. Also läßt sich auch dieß mit den Logarithmen berechnen, und wird keine gar zu grosse Zahl seyn, weil α nicht sehr von 86400 unterschieden seyn wird. Es ist also $\beta S=(\beta-\delta)$. S wo man nun βS, wie es die Beobachtung in Stunden, Minuten, Secunden der Uhr gegeben hat, ansehen darf als wäre es βS, oder wahre Sonnenzeit, und davon so viel Secunden abzieht als δ anzeigt, der Rest gibt alsdenn die gesuchte wahre Zeit.

X. Wenn $\alpha < 86400$ so wird der gefundene Ausdruck von δ verneint, und man muß also, statt des Abziehens, $\beta. \frac{86400-\alpha}{\alpha}$ addiren.

XI. Im Exempel ist $\delta=\frac{79062,5.\ 212,5}{86612,5}$

$\log(\alpha-86400) = 2,3273589$
$\log \alpha = 4,9375805$

$\log \frac{\alpha-86400}{\alpha} = -2,6102216$

$\log \beta = +4,8979704$

$\log \delta = +2,2877488$

also $\delta = 193,97$, und

$\delta S =$		3 M	13,97 S
$\beta S =$	21 H	57	42,5
$\gamma S =$	21 H	54 M	28,53 S

XII. Wenn zwischen zween Mittagen, verschiedene Beobachtungen z. E. bey einer Finsterniß, Bedeckungen von Fixsternen u. s. w. wären gehalten worden, so wäre für jede, unter den gegebenen Grössen, nur β anders. Daher ist in VI; VII; die Rechnung so geführt, daß die beständigen Logarithmen besonders berechnet sind, die man allemahl mit dem veränderlichen von β vergleichen kann.

XIII. Das bisher gebrauchte Exempel hatte die Absicht sogleich jeden Theil dieser Vorschriften zu erläutern. Es wird also dienlich seyn, ein anders als ein Muster der Rechnung im Zusammenhange zu geben. Ich will es aus des P. Hell Ephemer. 1764; 161. Seit. nehmen.

Eine Uhr wies zu Mittage

2. Jan.	23 h	56 m	32 s
3	23	56	50
			18

Ein Austritt eines Jupiterstrabanten geschahe den 2 Jan. 11 h 16 m 23 s. Man muß also zuerst finden, wieviel Zeit der Uhr dieses nach dem Mittage war. Das findet man so:

Zeit der Uhr zu Mittage	23 h	56 m	32 s
von 24 Stunden oder	23	59	60
läßt		3 m	28 s

Die Uhr wies also 12 oder den Anfang von dem ihre Stunden gezählt werden, 3 m, 28 s nachmittage. Dieses zu der Zeit, welche sie beym Austritte wies, addirt, giebt diesen Austritt 11 h 19 m

51 s

51ſ nachmittage. Das iſt alſo die Gröſſe βſ, die man in wahrer Zeit ausdrücken ſoll. Aus den Zeiten der Uhr beyde Mittage, erhellt ferner, daß der Sonnentag um 18ſ länger iſt als der Uhrtag, folglich (II) $\alpha ſ = 24 ☿ + 18 ſ$. Es iſt aber aus einer Tafel wie ich in VIII. erwähnt habe $24 ☿ + 18 ſ = 86418 ſ$; und

11☿	=	39600ſ
19m	=	1140
51ſ	=	51
		40791

Alſo $\alpha = 86418$, $\beta = 40791$, daher (VIIII)

$\gamma = \frac{40791.18}{86418}$ und

$\log(\alpha - 86400) = \log 18 = 1,2552725$

$\log \alpha = \log 86418 = 4,9366042$

$\log \frac{\alpha - 86400}{\alpha} = -3,6813317$

$\log \beta = \log 40791 = +4,6105643$

$\log \delta = +0,9292326$

Alſo $\delta = 8,496$ folglich

von	β. S	= 11☿	19M	51S
abgez.	δ. S			8,5
	γ S	= 11☿	19M	42,5S

XIIII. Kämen unter den gegebenen Gröſſen noch kleinere Zeittheile als Secunden vor, ſo würde man

doch die Zahlen meistens so einrichten können, daß sich die Logarithmen mit zulänglicher Schärfe dabey brauchen liessen. Wären statt des hiesigen h, H, z. E. H; h, (Astr. 99.) also 24 H + 3 M + 56 S + 32 T = 24 h so wäre $\alpha = 24.3600 + 3.60 + 56 + \frac{32}{60} = 86636 + \frac{32}{60} = 86636 + \frac{4}{15} = 4.21659 + \frac{4}{15} = 4.(21659 + \frac{1}{15}) = \frac{4.(15.21659+1)}{15}$ wo

man ohne merklichen Irrthum den Logarithmen von 15.21659 statt dessen von 15.21659+1 annehmen könnte. So liessen sich also dergleichen Tafeln wie a.a.O. erwähnt werden, auch durch die Logarithmen berechnen, wiewohl es sich dabey doch der Mühe verlohnen würde, mit den Zahlen selbst zu rechnen, weil man dadurch doch das gesuchte schärfer finden würde, und hier sich eine Zahl aus der andern durch die Addition u.d.g. geschwinder herleiten läßt, als wenn man zu jeder die logarithmischen Tafeln aufschlagen wollte. Wo man aber nicht Tafeln für alle Stunden u.s.w. verfertigen, sondern nur einige angegebene Zeiten, auf andere bringen will, wie hier (XI), da wird gegenwärtiges Verfahren vielleicht das bequemste seyn, das sich vorschlagen läßt, wenigstens wenn eine allgemeine Vorschrift verlangt wird. In besonderen Fällen lassen sich vielleicht noch andere Vortheile angeben, z. E. wenn die Uhrzeit nur sehr wenig von der wahren Sonnenzeit unterschieden ist, wie geschehen kann, wenn die Uhr mittlere Sonnenzeit weiset.

Zur

Zur Parallaxe Astron. 158.

Nachdem man $y = \frac{\delta}{r^2(c^2+2bc\varepsilon+b^2)}$ gefunden hat, seße man $\varepsilon = 1$ weil BLC klein ist (im Buche ist es ein Druckfehler, daß $c = 1$ seyn sollte), dieß giebt $y = \frac{\delta}{c+b}$ wo δ den kleinen Winkel BLC selbst bedeuten kann.

In der 13. F. ist $BLC = \lambda BL + LC\Lambda$, und weil man L mit einem nahe dabey befindlichen Sterne vergleicht, sind λBL, $LC\Lambda$ auch klein; man seßt also sie selbst statt ihrer Sinusse, oder $\delta = \beta + \gamma$.

In dieser Figar fällt TL zwischen die Scheitellinien TB, TC, die beyden Beobachter haben L zwischen sich, und kehrten beyde die Gesichter gegeneinander, als sie nach L sahen. Dieses können sie daraus schliessen, wenn einer nach Süden, der andere nach Norden gesehen hat. Befänden sie sich also auf verschiedenen Seiten des Aequators und jeder weiter vom Aequator als L, so wird sich die Sache so verhalten. Und dergleichen Umstände wird man vorzüglich zu Bestimmung der Parallaxe wählen. Denn weil BC gleichsam eine Standlinie ist, so wird man sie wie die Standlinie beym Feldmessen, gern so groß als möglich nehmen, und dazu schickt es sich am besten, daß B, C, auf verschiedenen Seiten des Aequators und des Körpers L liegen.

Befänden sich aber B und C so nahe beysammen, daß beyde Beobachter L zugleich nach Süden, oder

zugleich nach Norden sähen, daß einer dem andern den Rücken zukehrte, so fiel L ausserhalb des Winkels BTC, und wenn man sich die Figur für diesen Fall dergestalt entwirft, daß L dem Beobachter in C höher steht, als dem in B, denn einem von beyden muß L höher stehen, wenn sie es nicht zwischen sich sehen, so wird man finden daß CLT = BLT − BLC. Dieses gibt, weil sich im übrigen nichts ändert, $\sin CLT = x\varepsilon - \delta r(1 - x^2)$, daher, weil sich sonst nichts ändert, $x : b = x\varepsilon - \delta r(1 - x^2) : c$ oder, $\varepsilon = 1$ gesetzt, $cx = bx - b\delta$ also $x = \frac{b\delta}{b-c}$ und $y = \frac{\delta}{b-c}$.

So ist also im Buche, statt des Aequators AD, „ der Linie TL„ zu setzen. Auch sehen beyde Beobachter, in der 13. F. L auf einer Seite des Sterns, jedem nähmlich scheint L weiter von seinem Scheitel, oder tiefer zu stehn, als der Stern. Wenn gegentheils, einem L zwischen seinem Scheitel und dem Sterne, dem andern der Stern zwischen L und seinem Scheitel erscheint, und sie also L auf verschiedenen Seiten des Sterns, einer höher, der andere tiefer sehen, so ist BLC der Unterschied der beyden Weiten, oder δ der Unterschied von β und γ.

So sind die Zeilen in 158. die zunächst vor dem Exempel hergehen, zu verbessern.

Verbesserungen.

23	Seite	7 Zeile statt	aM	lies aP
64		17	21	22
87		18	DLIMKFE	DSMLKFE
		28	KLIh	KLIk
91		2	OD	OP
194		22	10	5
195		4	9; 10;	3; 5;
		22	8	7

267 8 nach Abendseite ... vor; setze man hinzu: Wenn man nähmlich APRK in der Mittagsfläche vor sich hält, so muß man das Gesicht nach Norden kehren und also sich die Bogen MTK, ATD linker Hand der Ebene APRK vorstellen.

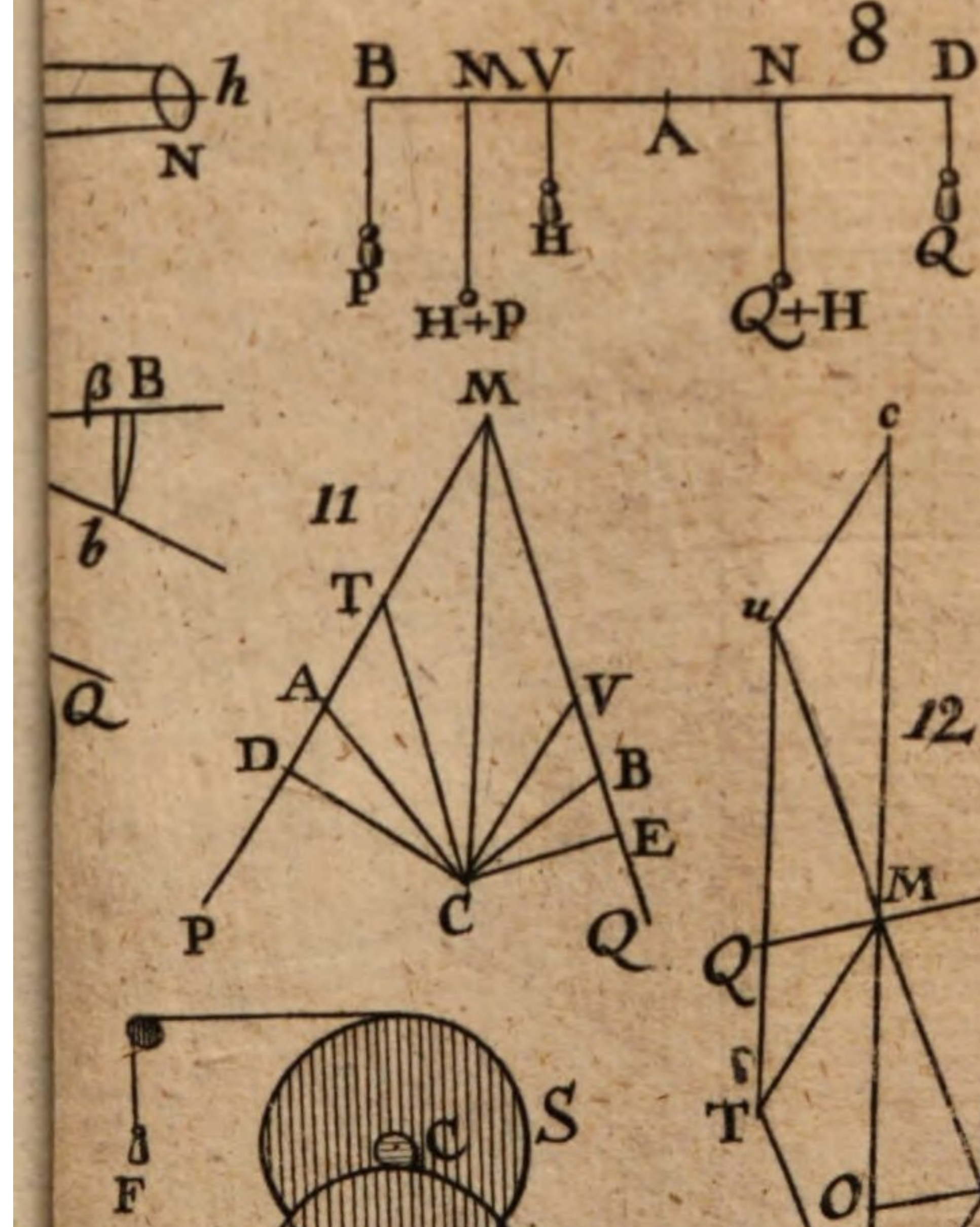
275 100. §. letzte Zeile, nach einerley; setze man hinzu: Aber in der 8. Fig. ist der Bogen ATOTD auf der Morgenseite der Mittagsfläche PMHD.

310	Seite	5 Zeile statt	13	lies 14
322		6	17	18
		15	17	16
374		9	30	14
487		28	theilte	theile
		29	C	c
508		26	DV 6f	DV 10f
		27	4; 5;	9; 10;
509		5	11	10
		17	11	10
514		20	14	15

Unter den Figuren der Gnomonik ist keine sechste und eilfte zu finden, auch dergleichen nicht im Texte angeführt.

TAB. I

B
Q
M
N
C
G
F
H
r
K
d
b
c
a
5
q
p
a b c d e f g h
6
p q r s


h
N
B M V N D
A
8
P
H
Q
H+P
Q+H
β B
b
Q
M
11
T
A
V
D
B
E
P
C
Q
c
12
u
M
R
Q
T
O
V
C
E
F
S
C
13
B
R
A
Q
P

TAB II

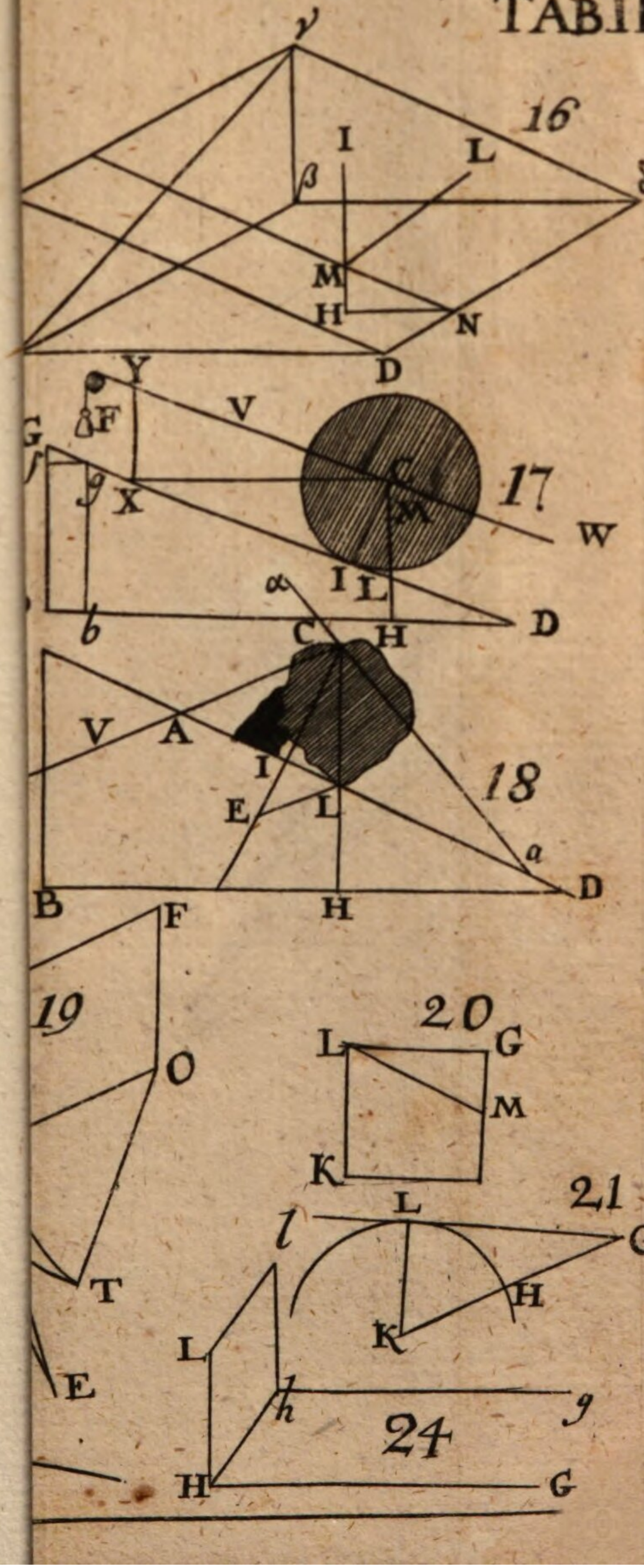
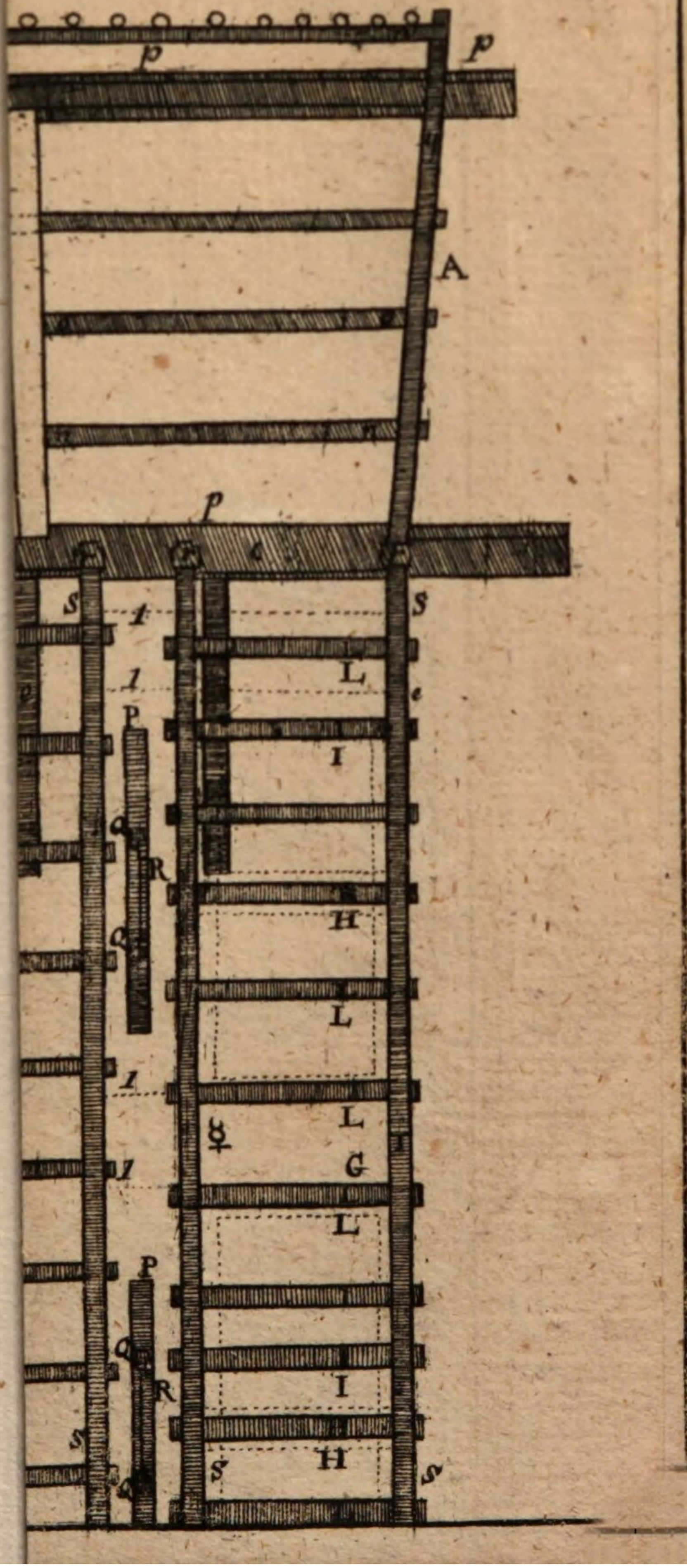
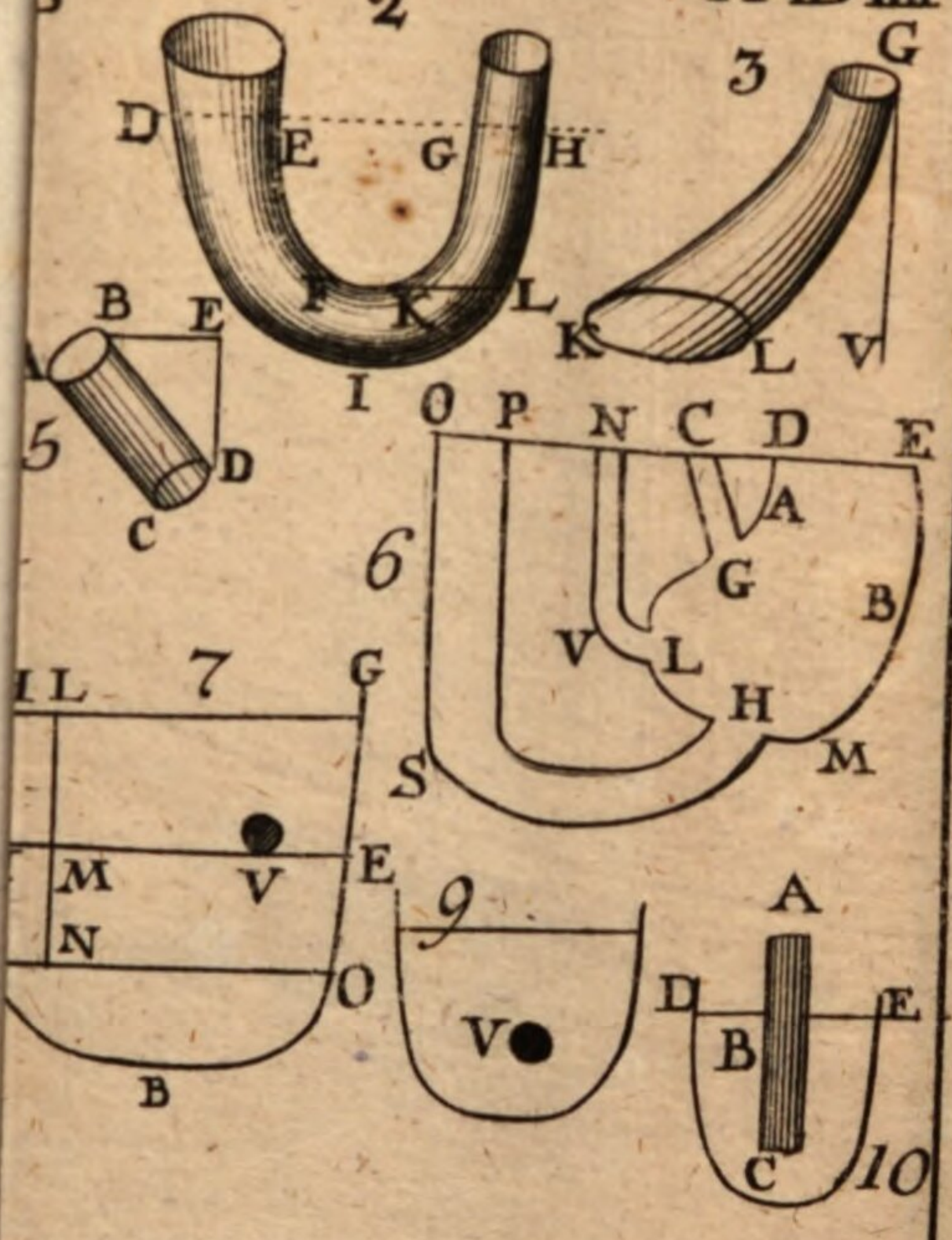

γ
16
I
L
β
δ
M
H
N
D
Y
V
δF
G
17
W
X
g
I L
D
b
C
H
V
A
18
I
E
L
a
D
B
H
F
19
O
T
E
20
L
G
M
K
21
L
l
G
H
K
L
h
g
24
H
G

Fig 22

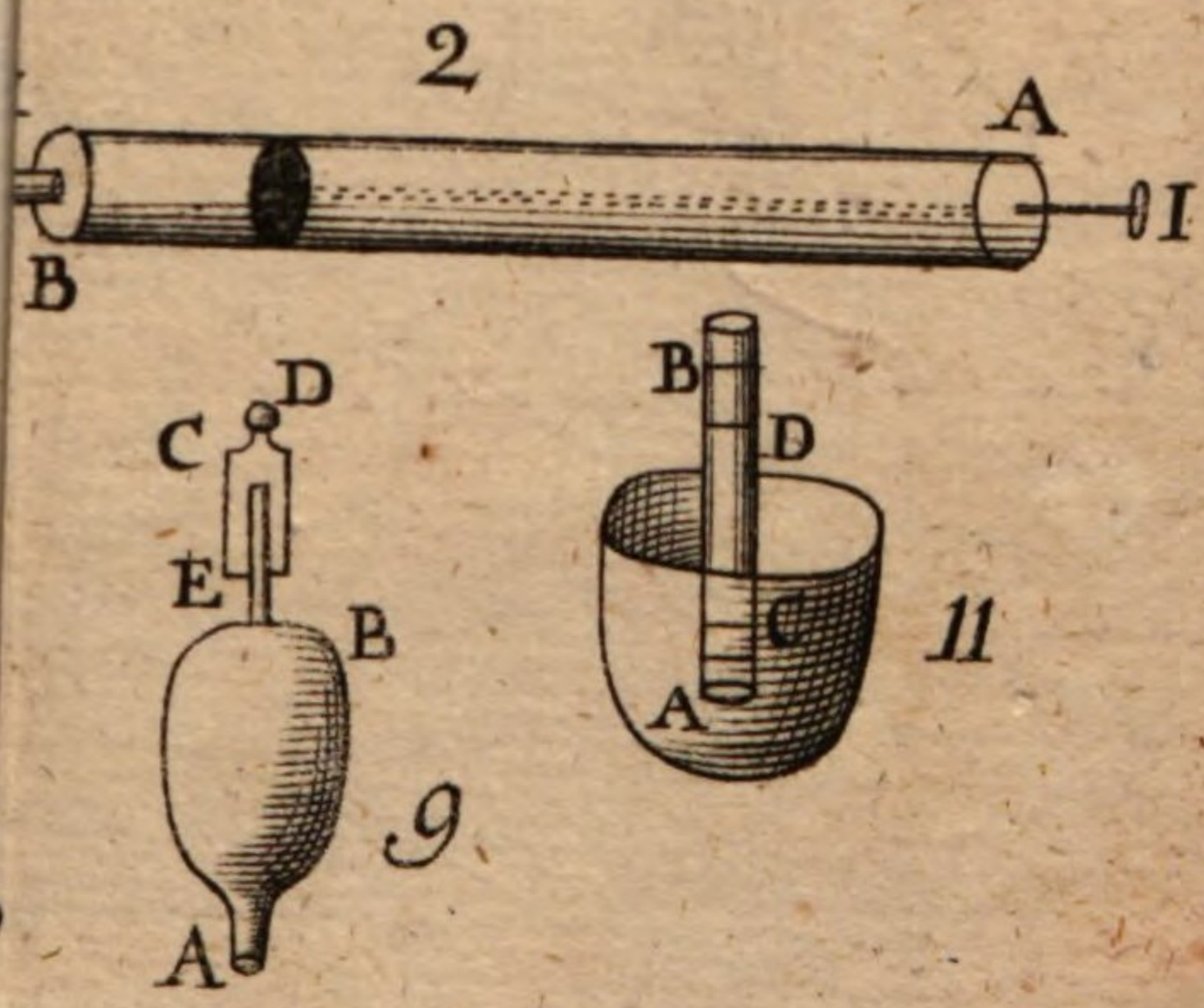
TAB III

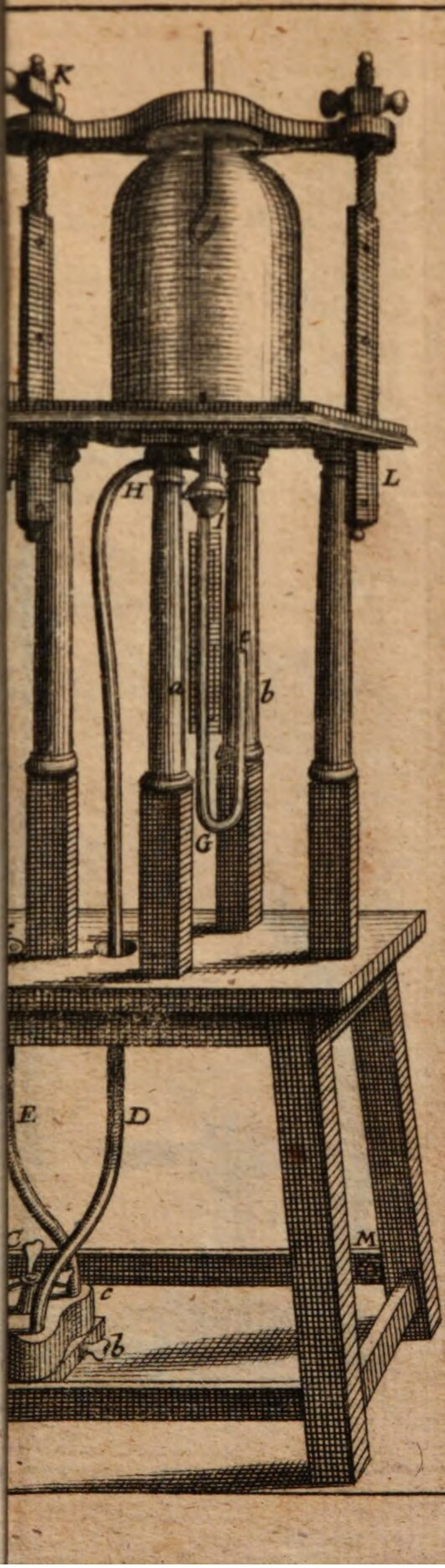


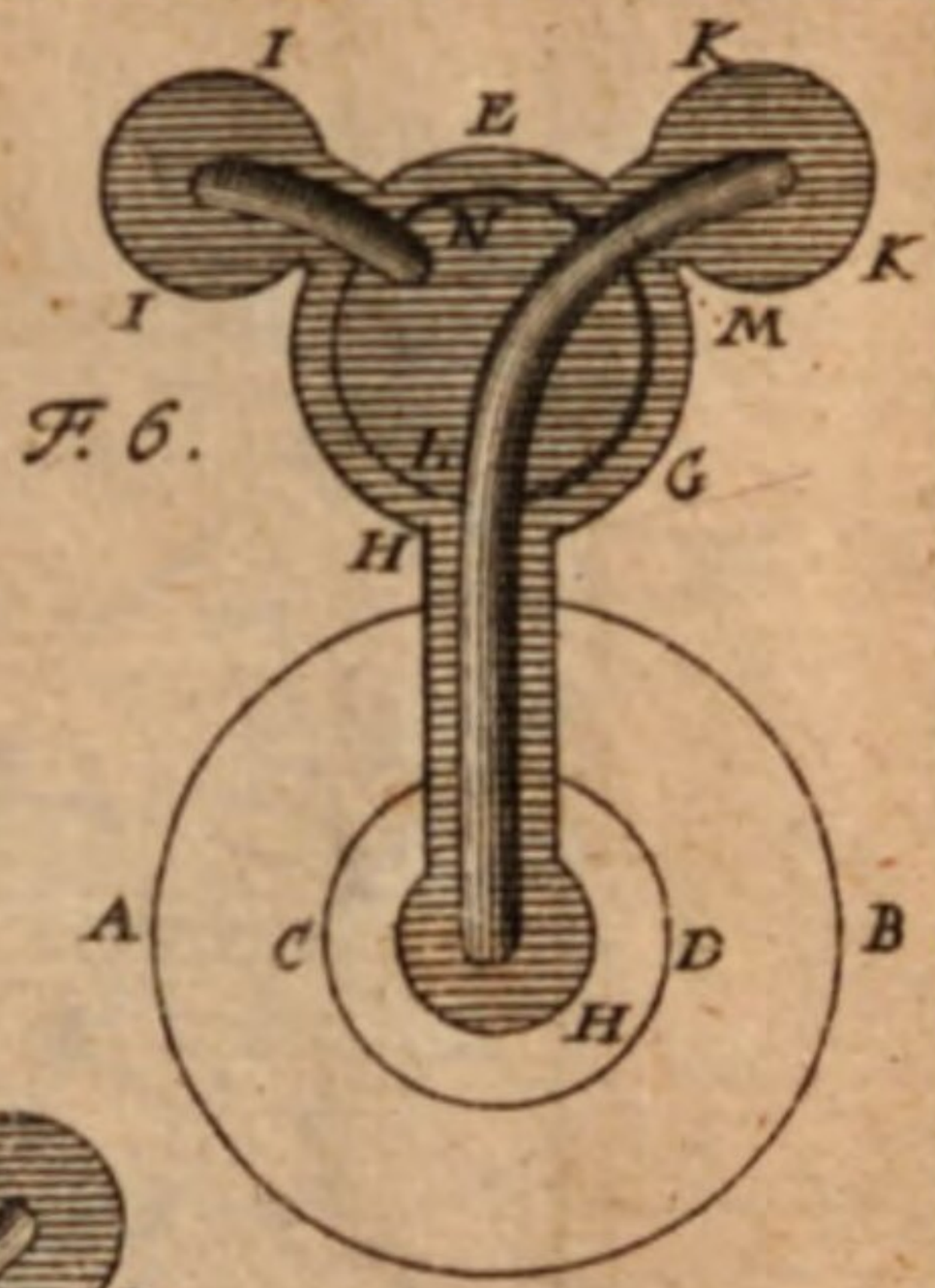
TAB IIII



teromet:




L
H
F
a
b
G
E
D
C
M
c
b



F. 6.

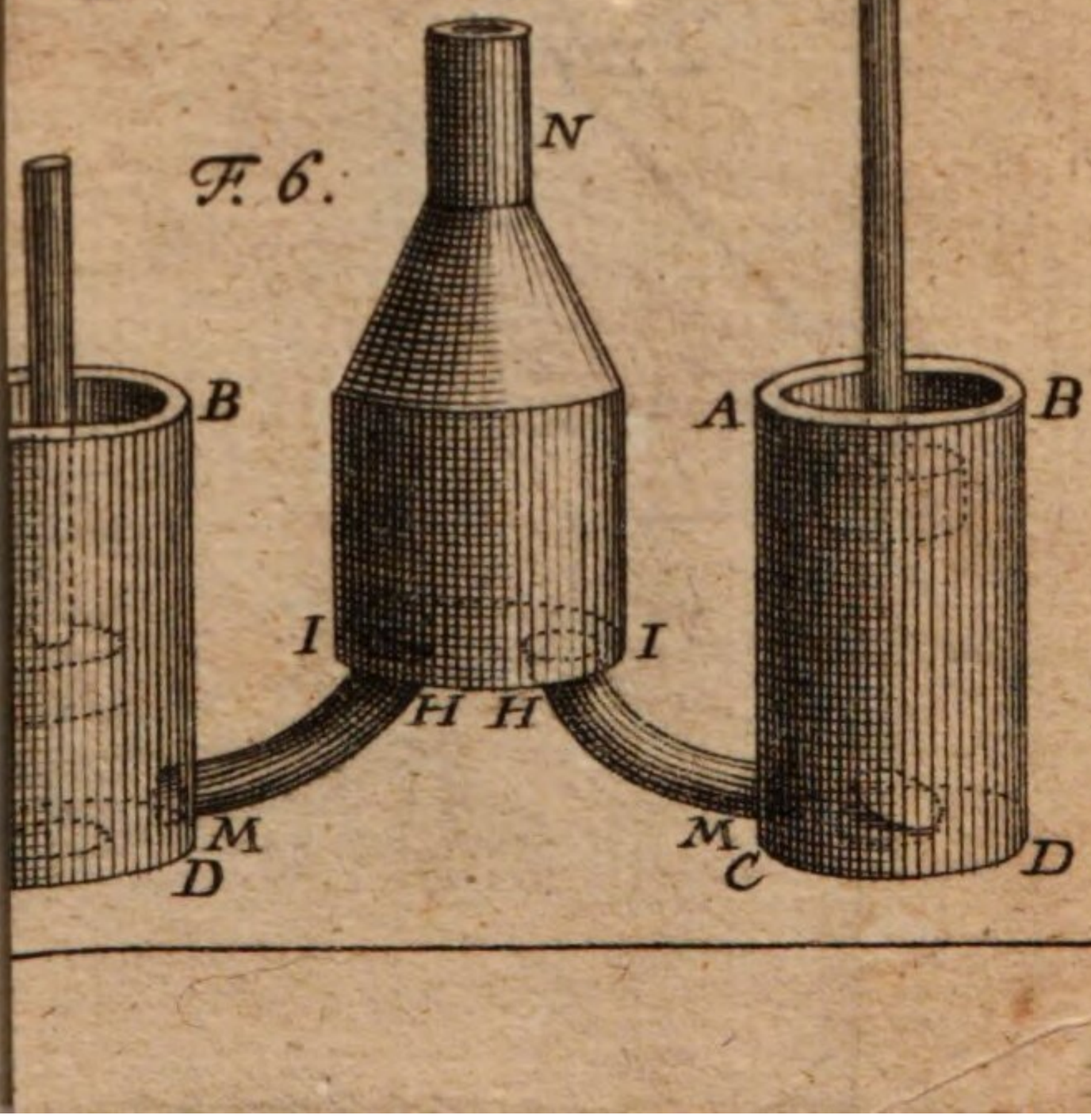
F. 8.

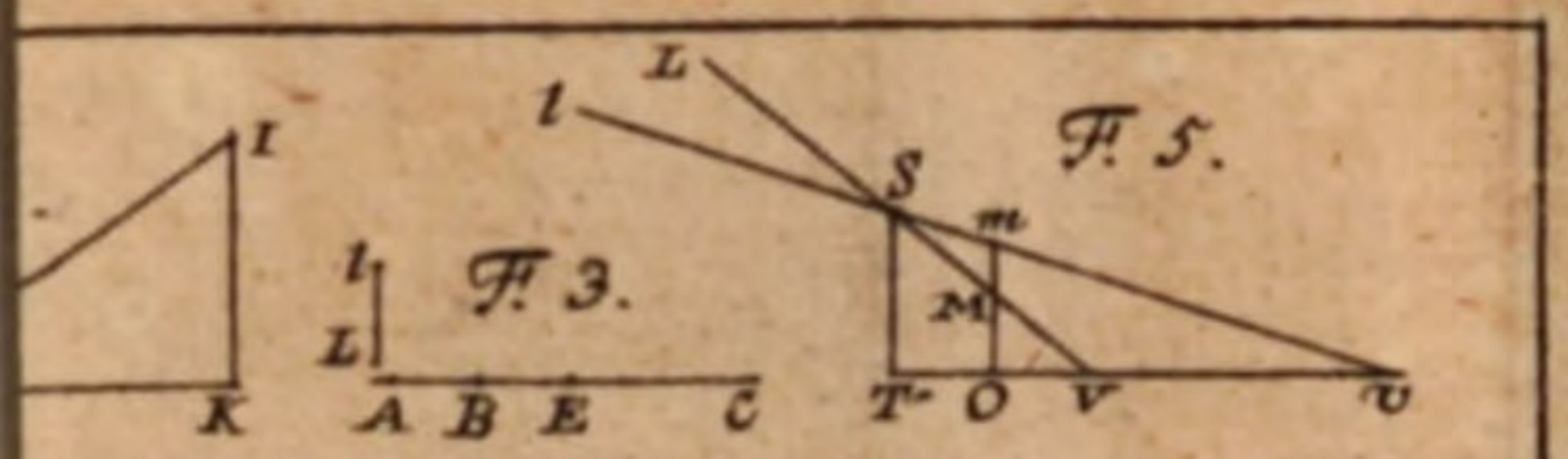
3 H 4 Dig. angl.

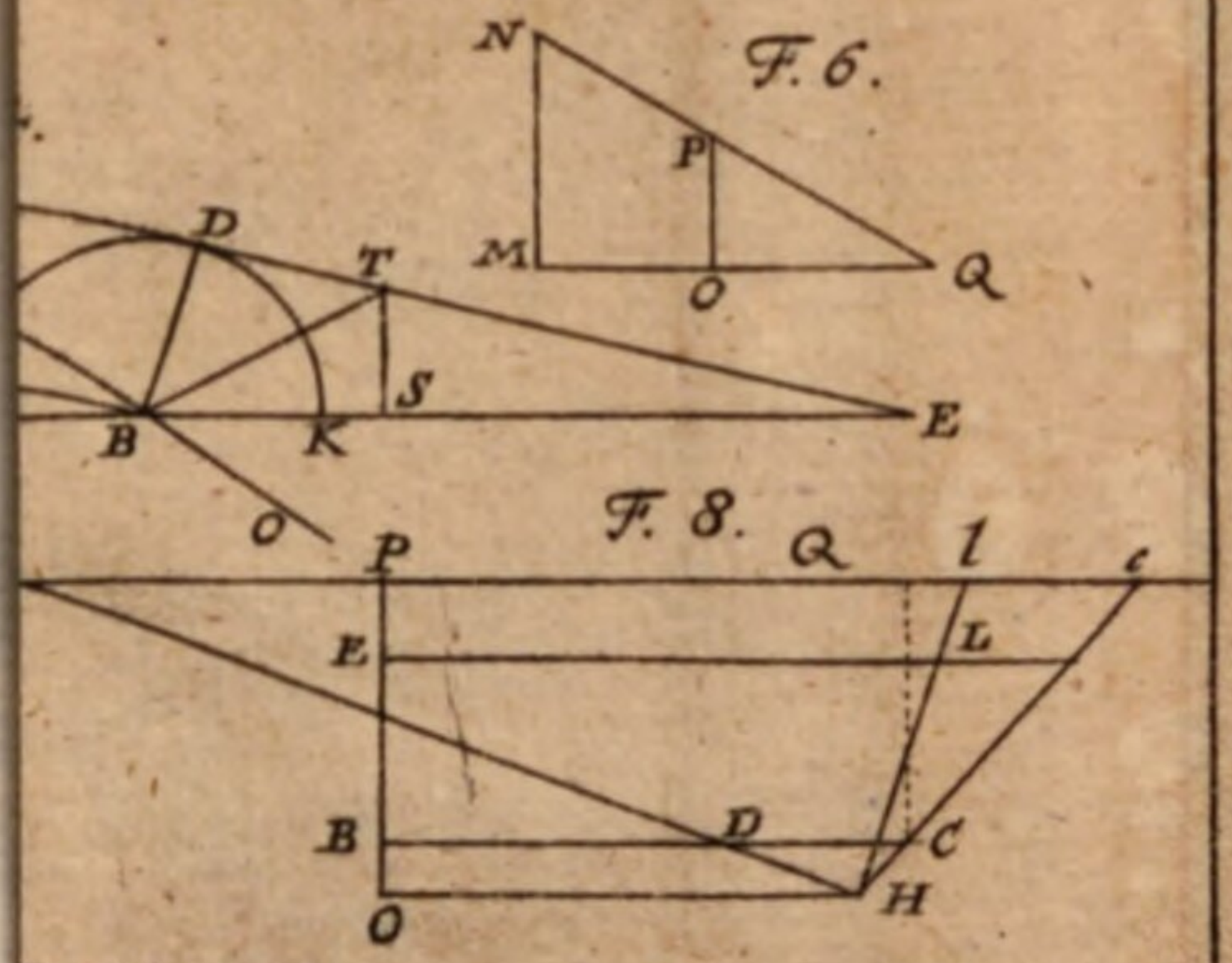
F. 3.

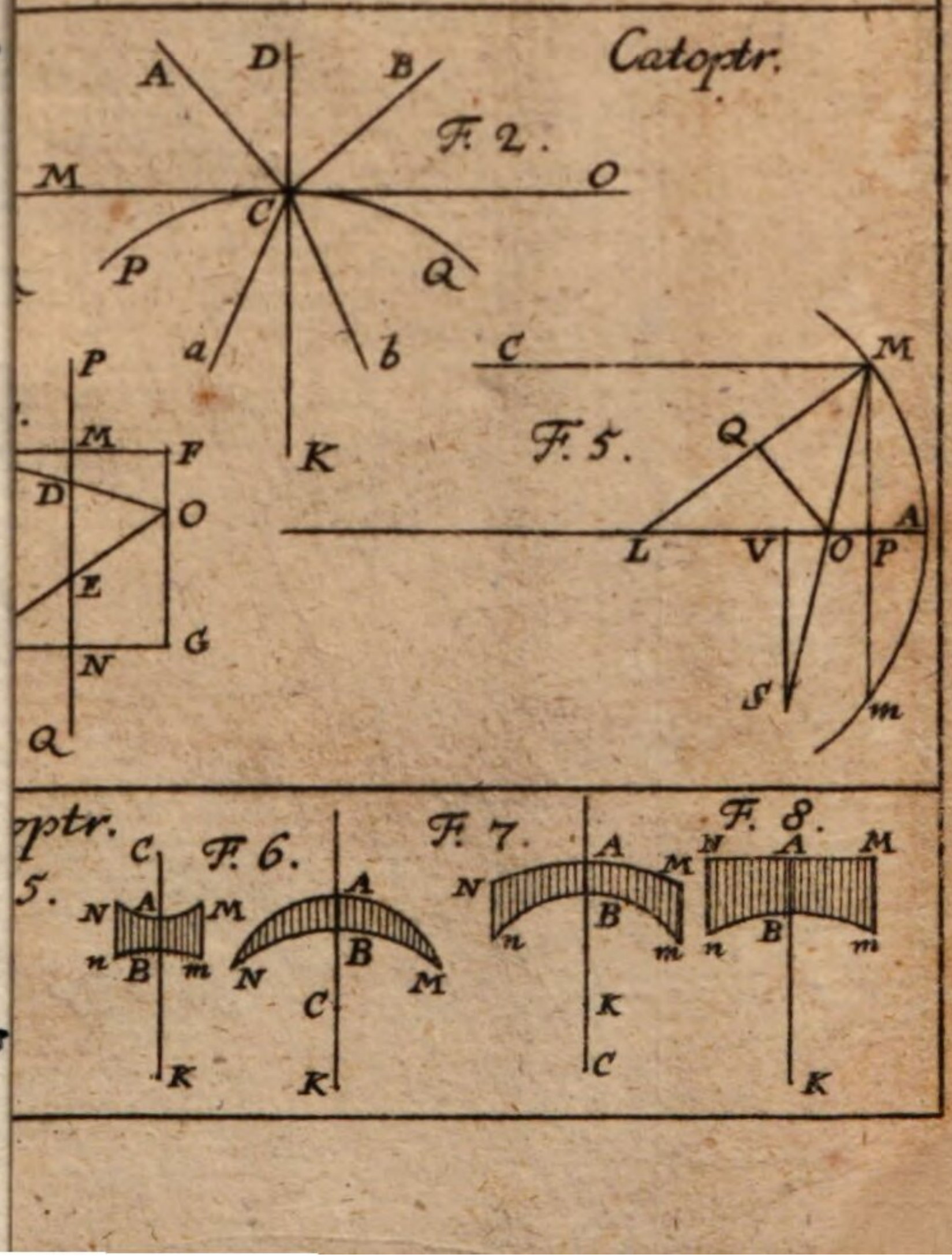
F. 4.

F. 6.




I
K
l
L
A B E C
F. 3.
L
l
S
m
M
T O V
O
F. 5.

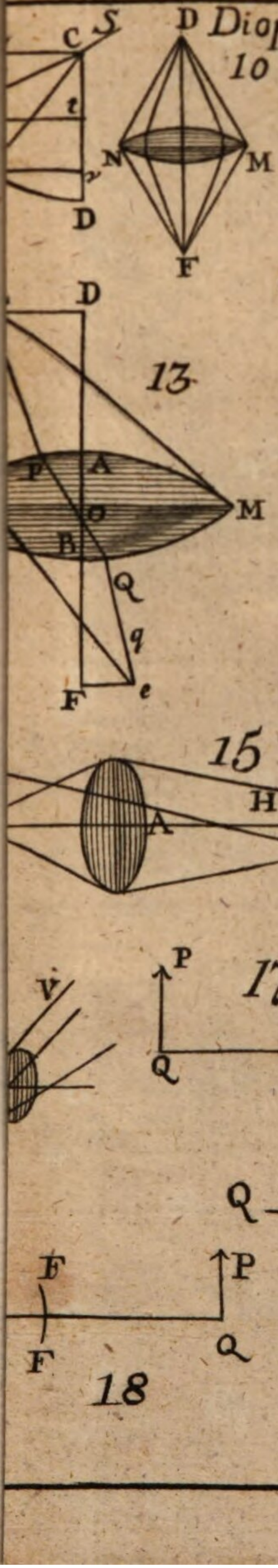

N
M
P
Q
F. 6.
D
T
S
B
K
E
O
F. 8.
P
Q
l
c
E
L
B
D
C
H
O


Catoptr.
A
D
B
F. 2.
M
O
C
P
Q
a
b
K
P
M
F
D
O
E
G
N
Q
C
M
Q
F. 5.
A
L
V
O
P
S
m

ptr.
5.
C
N
A
M
n
B
m
K
F. 6.
A
N
B
M
C
K
F. 7.
A
M
N
B
n
m
K
C
F. 8.
N
A
M
n
B
m
K

TAB VIIII

Dioptr.



2 C D O

3 O A K B C

6 a A D C d b B

P r R M D

5 M Z N B P A L E S R H T γ V O D K

A M Z P 8 H R E O S T D

M S F 9 G A T K D

11 T Z B M m O C

Z N M 12 L h K O H T

B 15 A S D L

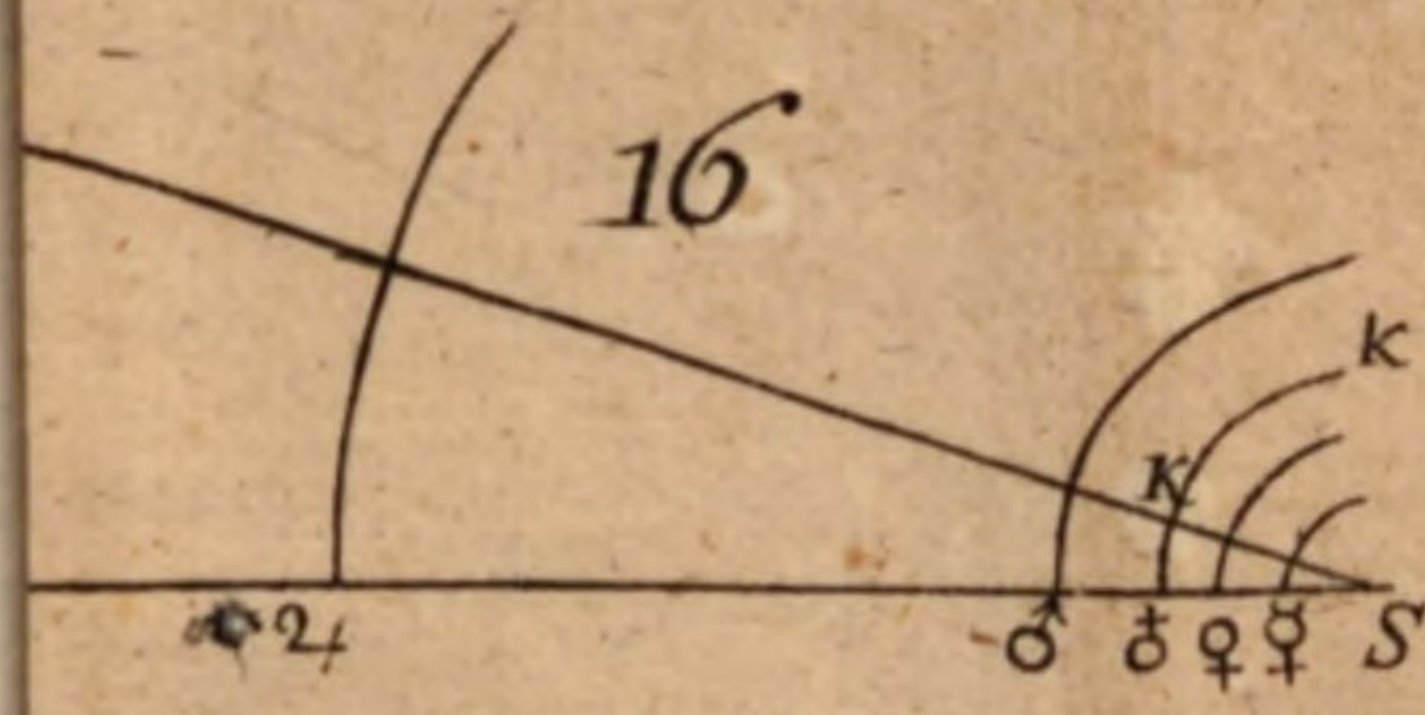
N P 14 L Q S

z 21 Z A c C B

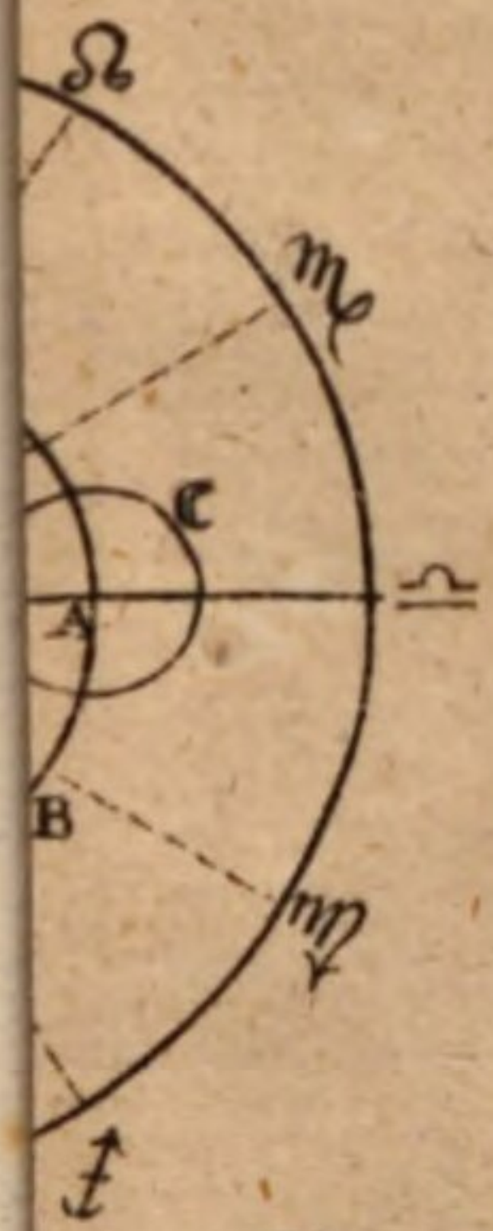
a b 24 C A B D

TAB XI

16

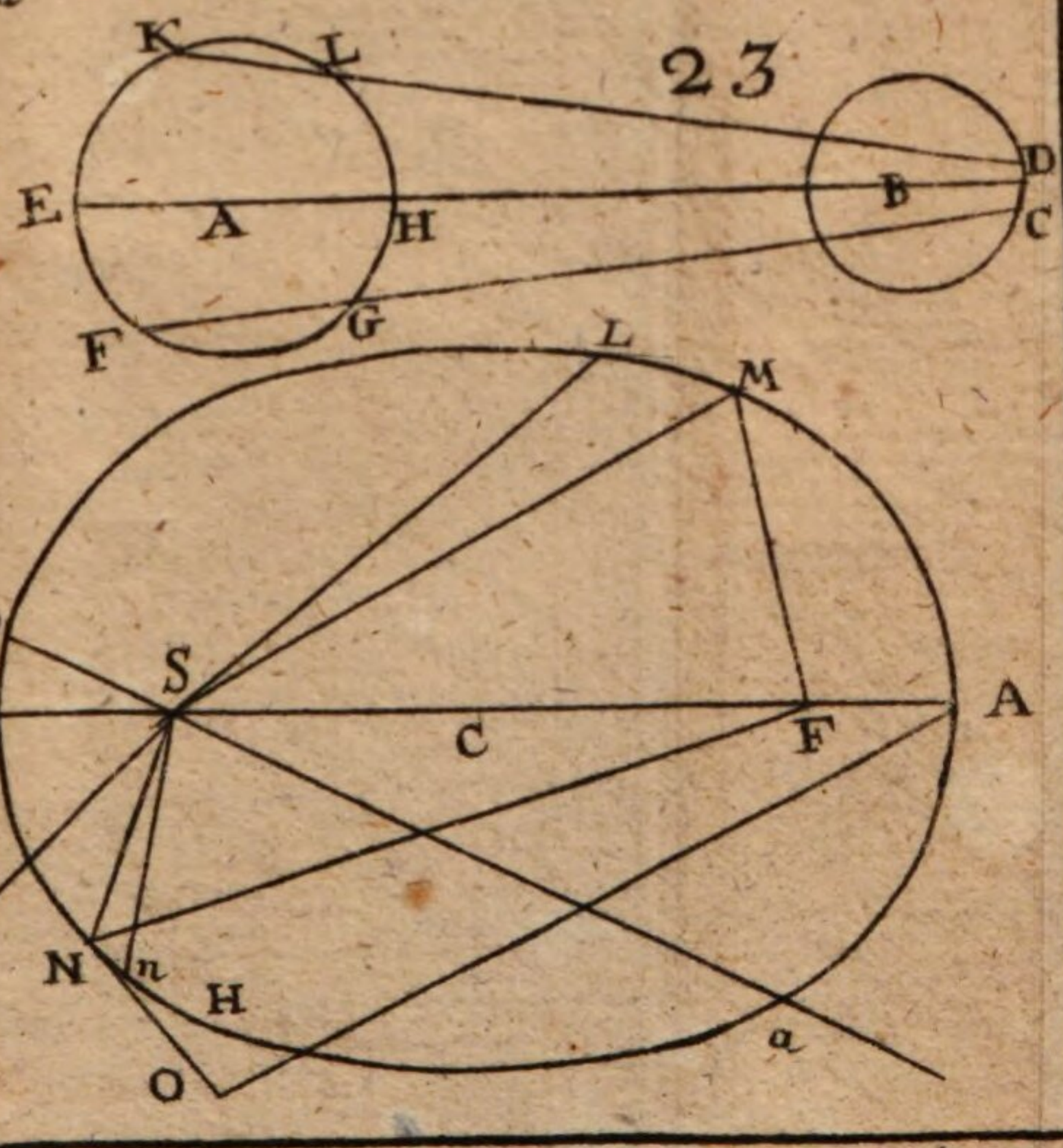


17

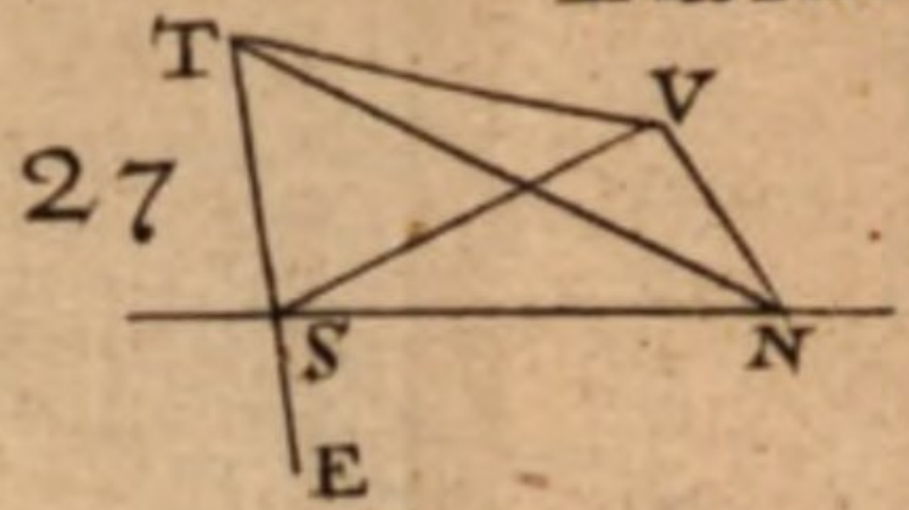


19

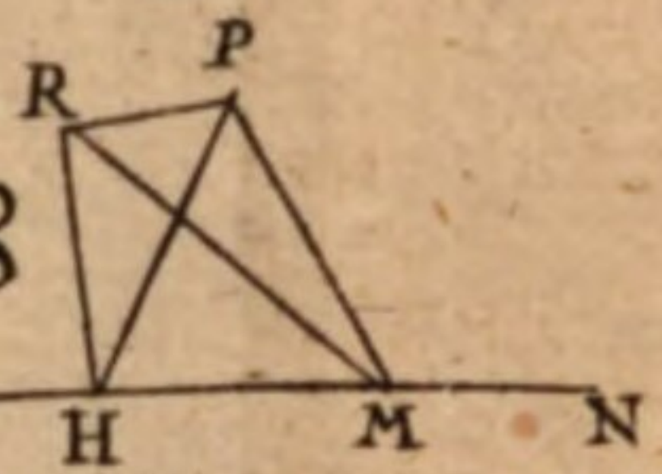
23



TAB XII

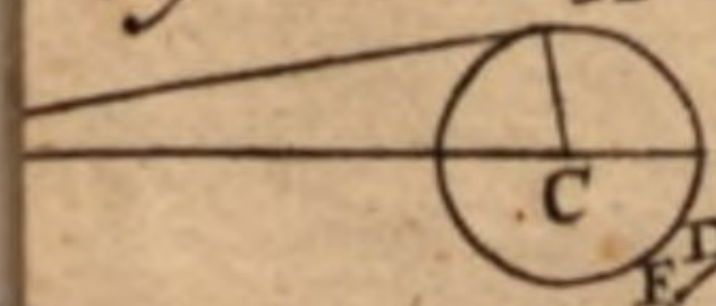


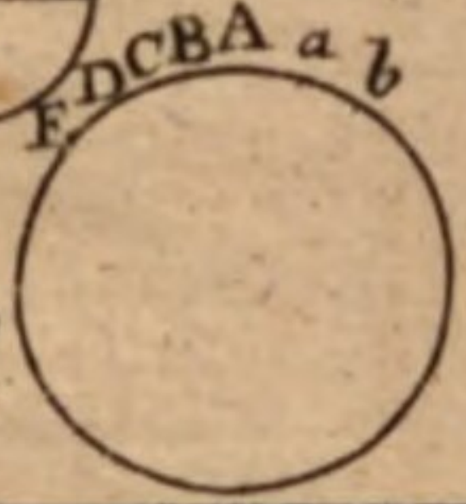
27



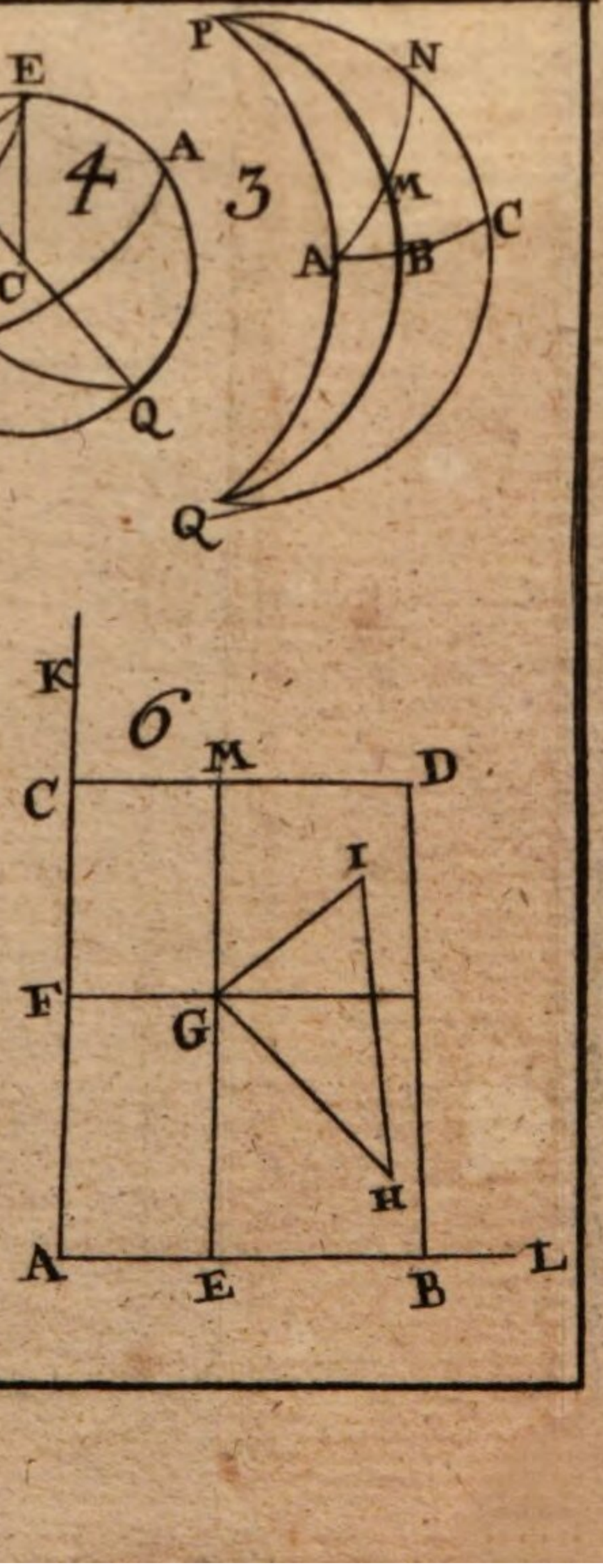
28

29

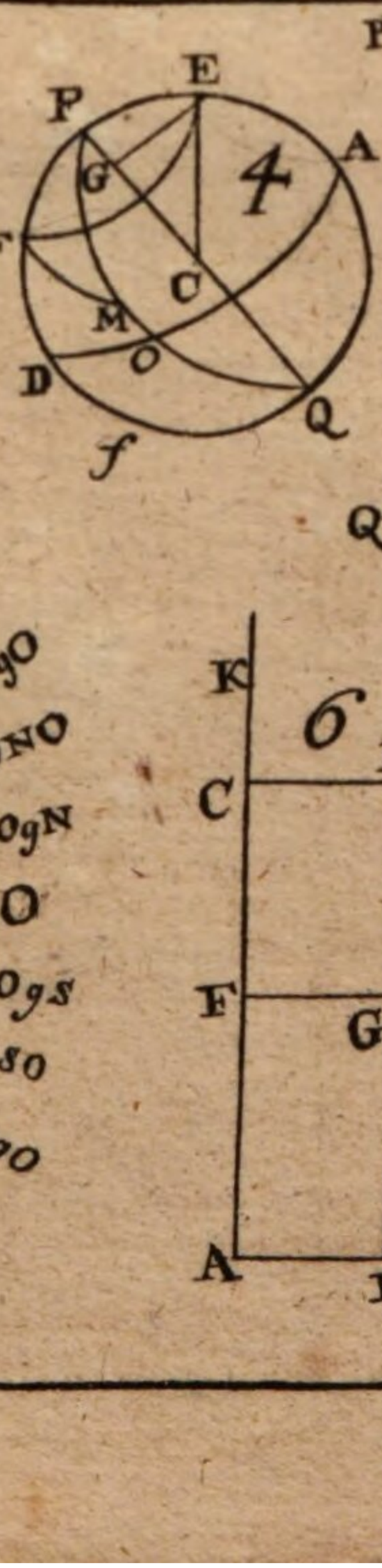




31



6

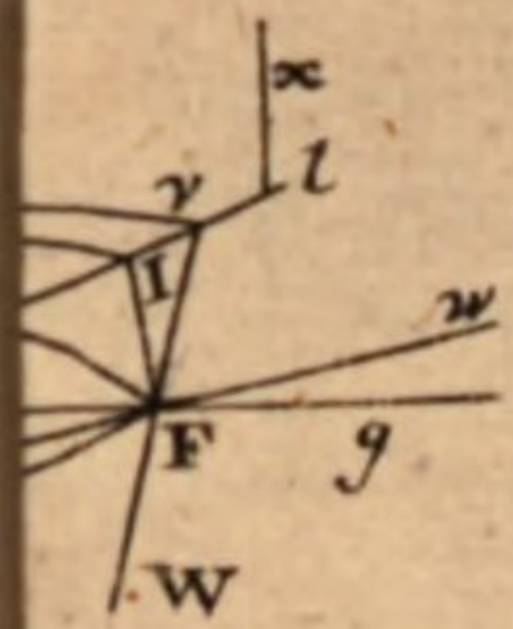


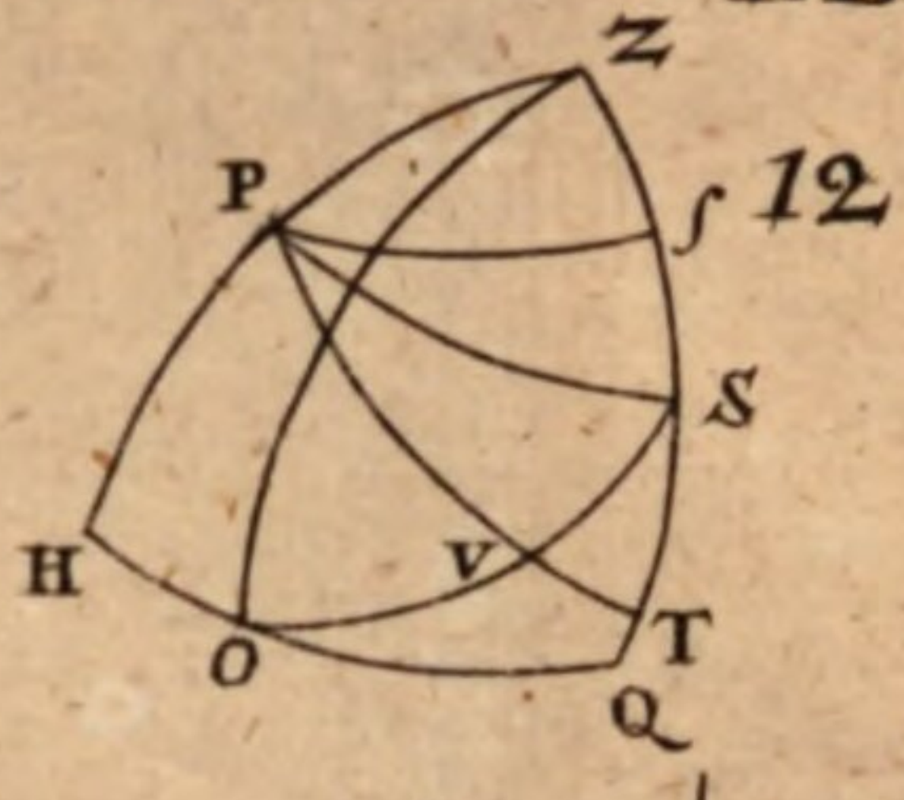
4

3

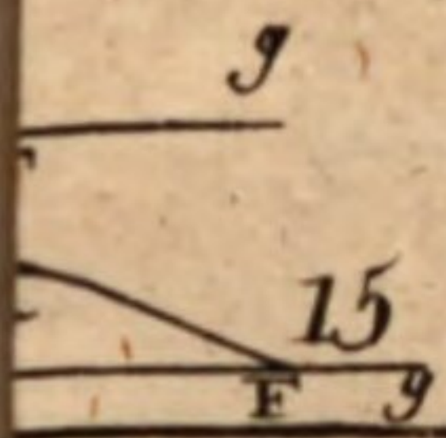
2

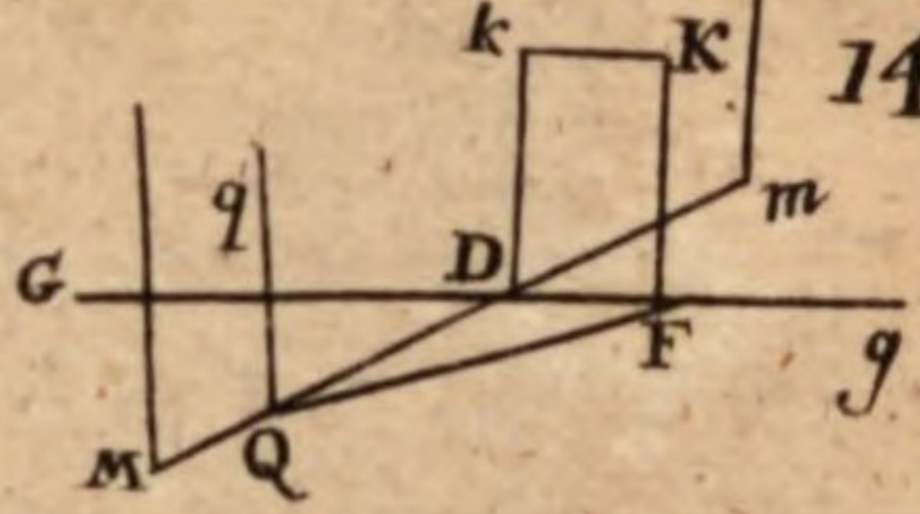
TAB VIII

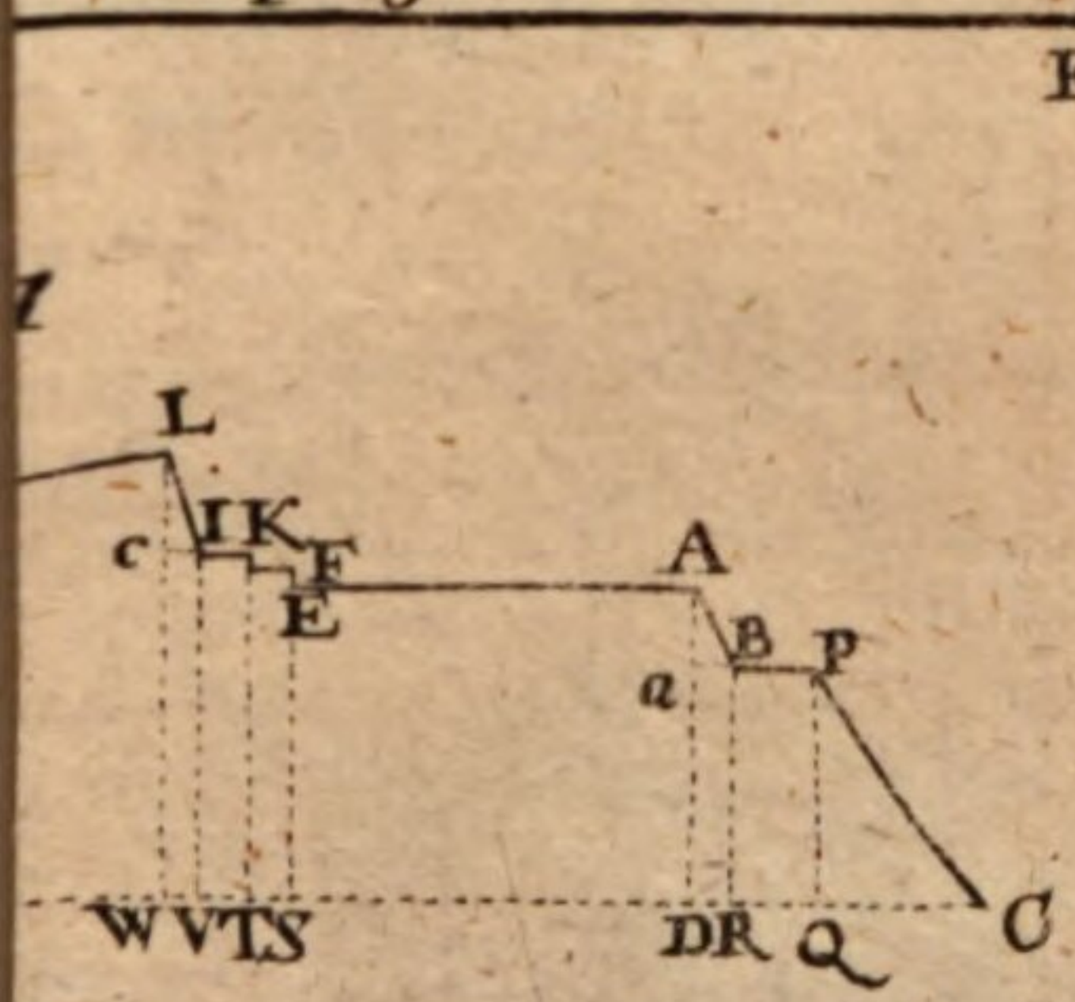

x
l
y
I
w
F
g
W


z
P
12
S
H
V
O
T
Q

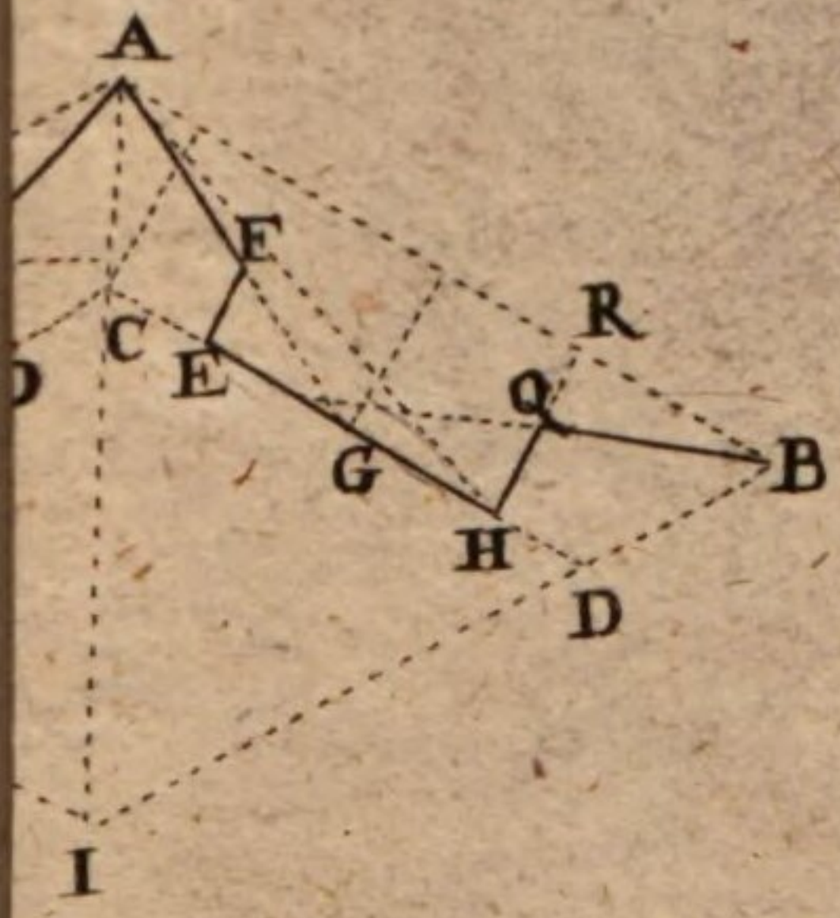
m.


g
15
F
g


k
K
14
m
q
D
G
F
g
M
Q


L
c
IK
F
E
A
B
P
a
W
V
T
S
D
R
Q
C

F
O
N
M
L
E
D
K
I
C
A
H
G
B


A
F
C
E
R
Q
B
G
H
D
I

To

2

Adolf
Kästner

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kästner, Abraham Gotthelf,

Anfangsgründe der angewandten Mathematik

Göttingen 1765

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Math 386
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11267515-5
VD18 1245723X-001